Masterscriptie Informatiekunde

Specificatie van Strategieën voor Requirements Engineering

Jeroen Roelofs

6 oktober 2007

Radboud Universiteit Nijmegen

Voorwoord

In dit document beschrijf ik mijn onderzoek in het kader van de masterscriptie. Het is de afsluiting van de masterfase van mijn studie Informatiekunde aan de Radboud Universiteit te Nijmegen.

Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd binnen het 'Nijmeegs Instituut voor Informatica en Informatiekunde' (NIII), dat onderdeel is van de 'Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica' (FNWI). Dr. S.J.B.A. (Stijn) Hoppenbrouwers van de afdeling 'Information Retrieval and Information Systems' (IRIS) heeft dit onderzoek begeleid.

Mijn gegevens zijn:

Naam: Jeroen Roelofs
Studie: Informatiekunde
E-mail: jeroenroelofs@student.ru.nl
Telefoonnummer: 06-15272654
Studentnummer: 0313300
Afstudeernummer:
Begeleider: Dr. S.J.B.A. (Stijn) Hoppenbrouwers
Referent:

Tijdens het schrijven van deze scriptie heb ik uit diverse hoeken hulp gekregen.

Nog in te vullen.

Arnhem/Nijmegen, oktober '07

Jeroen Roelofs

Samenvatting

Nog in te vullen.

Inhoudsopgave

Lijst van tabellen

Lijst van figuren

1. Inleiding

Het onderwerp van deze afstudeerscriptie is: 'Specificatie van Strategieën voor Requirements Engineering'. Requirements engineering is een belangrijk deelproces van het ontwerpen van een (toekomstig) systeem, waarbij de eisen van gebruikers en andere belanghebbenden zorgvuldig geïdentificeerd en gedocumenteerd worden. Er zijn diverse strategieën denkbaar om dit proces tot een goed einde te brengen. Toch blijkt dit in de praktijk nog niet zo gemakkelijk te zijn. In deze masterscriptie onderzoeken we hoe we deze strategieën kunnen specificeren, en brengen we dit vervolgens in de praktijk bij een concreet voorbeeld.

De onderzoeksvraag is daarom:

Wat zijn de strategieën die we voor een concreet requirements engineering proces kunnen specificeren middels een eigen gedefinieerd raamwerk?

In de komende secties zullen we allereerst uiteenzetten waarom dit onderzoek relevant is. Vervolgens beschrijven we het theoretische kader waarbinnen deze afstudeeropdracht uitgevoerd wordt. Onder 'methode' zetten we uiteen via welke deelvragen we dit onderzoek aan willen pakken. Tenslotte beschrijven we onder 'leeswijzer' hoe dit document in elkaar steekt en hoe het gelezen dient te worden.

1.1. Verantwoording

Op universiteiten wordt er tegenwoordig steeds meer aandacht gegeven aan requirements engineering. Dat is terecht, aangezien een gedegen requirements analyse één van de belangrijkste succesfactoren is voor de bouw van een informatiesysteem. Elk systeem wordt gebouwd met een doel: hetgeen een systeem moet gaan doen voor de gebruikers. Wanneer je de eisen van alle belanghebbenden niet goed boven water krijgt of verkeerd documenteert, heb je aan het eind van de rit een groot probleem. Het belang van requirements engineering lijkt ons hiermee duidelijk.

Relatief gezien is het vakgebied van de requirements engineering echter onvolwassen. Hoewel men in de academische wereld steeds meer goede requirements engineers probeert op te leiden, is dit nog niet direct terug te zien in de praktijk. Soms worden requirements in het kader van kostenbesparingen helemaal niet gedocumenteerd. Erg vaak gaan er dingen mis en weten onervaren requirements engineers niet goed hoe ze te werk moeten gaan. Wat moet je bijvoorbeeld doen om een use case op te stellen? En hoe leid je uit een use case een domeinmodel af?

Door te specificeren wat de mogelijk te volgen strategieën zijn, proberen we om requirements engineers een concreet hulpmiddel te bieden bij hun werk. Belangrijk hierbij is om geen benauwend stappenplan te willen maken; de precieze invulling van sommige strategieën blijft open staan. Dit onderzoek is dus zeker nuttig voor onervaren requirements engineers, maar kan ook ervaren mensen in de praktijk bijstaan wanneer ze het overzicht even verliezen of vergelijkingsmateriaal nodig hebben om hun eigen processen aan te scherpen. In het beste geval helpen we middels deze specificatie het vakgebied 'requirements engineering' naar een hoger plan.

Daarnaast constateren we zelf dat dit onderzoek vrij nieuw is. Uit de literatuurstudie is gebleken dat er in het vakgebied van de 'method engineering' wel onderzoeken te vinden zijn die ook trachten om middels een raamwerk iets te specificeren. Wij zullen dit echter toepassen op een concreet proces van requirements engineering, waarbij we voor een groot deel ons eigen raamwerk aanhouden. Ons onderzoek is daarmee zeker een toevoeging op bestaande onderzoeken.

1.2. Theoretisch kader

Enerzijds ligt dit afstudeeronderzoek verankert in het kennisgebied van de *method engineering*. Dit deel van de scriptie betreft namelijk de literatuurstudie en het ontwerpen van het raamwerk om de strategieën uiteindelijk in te specificeren. Binnen de method engineering ontwikkelt men ook methoden om strategieën concreet uit te werken. Literatuur die we hier eventueel over vinden dient als inspiratiebron en zal gebruikt worden om tegenover ons eigen onderzoek te plaatsen.

Anderzijds ligt dit afstudeeronderzoek verankert in het kennisgebied van de *requirements engineering*. In concreto valt dit samen met de laatste deelvraag van deze scriptie, waarbij we het raamwerk ook echt gaan gebruiken om een concreet voorbeeld te specificeren. In de wetenschappen van de Informatica en de Informatiekunde speelt systeemontwikkeling een grote rol. Een project waarin een systeem wordt ontwikkeld bestaat uit verschillende fasen. We onderscheiden hierbij het analyseren, ontwerpen, coderen, testen en beheren van het systeem. Requirements engineering zelf valt bij deze opdeling onder de analyse.

1.3. Methode

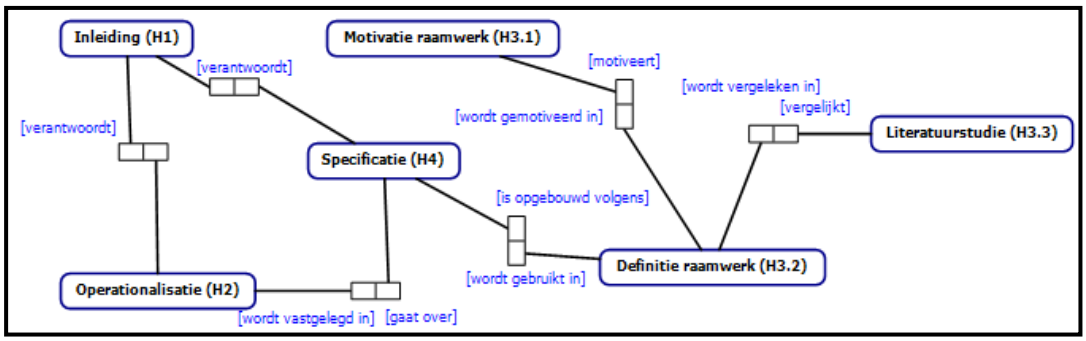
Om deze onderzoeksvraag adequaat te beantwoorden, splitsen we hem op in de volgende deelvragen:

1) *Wat is een concreet voorbeeld waarmee we het begrip 'requirements engineering' kunnen operationaliseren?*
2) *Met wat voor een raamwerk kunnen we strategieën voor een dergelijk concreet voorbeeld specificeren?*
3) *Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen ons onderzoek en andere reeds uitgevoerde onderzoeken waarbij er strategieën worden gespecificeerd middels een concreet raamwerk?*
4) *Wat is de specificatie van strategieën voor een concreet requirements engineering proces middels ons eigen gedefinieerde raamwerk?*

De onderzoeksfunctie van dit gehele onderzoek is voornamelijk *beschrijvend*. We zullen een raamwerk beschrijven waarin we de strategieën kunnen specificeren, en zullen vervolgens een concreet voorbeeld van een proces van requirements engineering wederom proberen te beschrijven aan de hand van dit raamwerk.

1.4. Leeswijzer

Ten behoeve van het overzicht voor de lezer, presenteren we hieronder (zie figuur 1) een grafische weergave van de samenhang tussen de hoofdstukken in dit document.



Figuur 1: grafische leeswijzer

2. De operationalisatie

In deze scriptie gaan we gaan onderzoeken hoe we de strategieën van een concreet requirements engineering proces kunnen specificeren. Voordat we hier aan kunnen gaan beginnen, moeten we echter eerst duidelijk hebben wat we onder requirements engineering verstaan en wat daar bij komt kijken. Na een algemene beschouwing hierover, definiëren we de scope van dit onderzoeksgebied die relevant is voor ons onderzoek. Hieruit zal blijken dat we ons richten op de producten, want daar is het een requirements engineer uiteindelijk toch allemaal om te doen. Deze producten zullen we tenslotte kort beschrijven.

2.1. Het vakgebied 'Requirements engineering'

Een begripsanalyse is een essentieel onderdeel van een wetenschappelijk document. Het is bij het schrijven van een artikel van groot belang om eerst duidelijk uiteen te zetten wat je als auteur zijnde precies verstaat onder de begrippen die aan de orde komen. Hierdoor ontstaan er geen problemen doordat lezers verschillende interpretaties gebruiken. We zullen beginnen met een algemene bespreking van het vakgebied 'requirements engineering' .

In de wetenschappen van de Informatici en Informatiekunde speelt systeemontwikkeling een grote rol. Een project waarin een systeem wordt ontwikkeld bestaat uit verschillende fasen. We onderscheiden hierbij het analyseren, ontwerpen, coderen, testen en beheren van het systeem. Requirements engineering zelf valt bij deze opdeling onder de analyse. Het is één van de belangrijkste processen van deze systeemanalyse.

Tijdens dit proces worden de eisen van gebruikers en andere belanghebbenden (de stakeholders) zorgvuldig geïdentificeerd en gedocumenteerd. Zo moet het uiteindelijke doel van het bouwen van het systeem boven water komen. Volgens Nuseibeh en Easterbrook is requirements engineering "*het ontdekken van dit doel, via het identificeren van belanghebbenden en hun behoeften, en het documenteren hiervan in een vorm die vatbaar is voor analyse, communicatie en implementatie*" (Nuseibeh & Easterbrook, 2000). Bij het identificeren van de behoeften dient de requirements engineer ook rekening te houden met de randvoorwaarden van het systeem. Zo kan het voorkomen dat de context vereist dat het systeem in de programmeertaal Java geprogrammeerd wordt. In ieder geval is dit een treffende definitie, die we daarom in deze scriptie aan zullen houden.

De eisen die de stakeholders aan het systeem stellen noemen we requirements. Ze worden vaak gedefinieerd als meetbare uitspraken over de diensten die een systeem moet gaan bieden en de condities waaronder deze moeten worden uitgevoerd. Hierbij maken we onderscheid tussen functionele requirements en non-functionele requirements. Functionele requirements betreffen eisen over wat het systeem voor de gebruikers moet gaan doen. Non-functionele requirements gaan over de kwaliteit hiervan. Bijvoorbeeld hoe onderhoudbaar, betrouwbaar of gebruiksvriendelijk het systeem moet zijn. Het proces van requirements engineering bestaat uit drie deelprocessen: elicitatie, specificatie en validatie. Elk proces heeft zijn eigen uitdagingen en moeilijkheden.

Betrouwbare statistieken geven aan dat een groot aantal van zulke systeemontwikkelingsprojecten - waar requirements engineering deel van uitmaakt - niet succesvol eindigt. Jones heeft geconcludeerd dat hoe groter en complexer een systeem moet worden, hoe groter de kans is dat dit systeem er niet zal komen (Jones, 1996). Jones drukt de complexiteit uit in zogenaamde 'function points'. Om de gedachten te bepalen zullen we nu een indicatie geven van de orde van grootte waarin we moeten denken wanneer we een aantal functiepunten van een systeem horen.

Een voorbeeld van een systeem met meer dan duizend functiepunten, is een systeem met ongeveer 10-15 interfaces en 200 gebruikers. Bij tienduizend functiepunten moet je al denken aan rond de miljoen regels programmeercode. Als het te bouwen systeem nu honderd functiepunten heeft, is volgens Jones (1996) de kans dat het project voortijdig eindigt 6%. Betreft het een systeem van meer dan honderdduizend 'function points', dan is die kans al 80%.

In het gehele proces van requirements engineering kan er veel verkeerd gaan, wat Kulak en Guiney (Kulak & Guiney, 2000) uiteenzetten. Zo kan de requirements engineer een systeem gaan bouwen waar de opdrachtgever niet om gevraagd had. Ook kan hij grote fouten maken bij het programmeren of zelfs pas bij het testen ervan. Het is van groot belang op welk tijdstip zulke problemen ontdekt worden. Hoe later dit namelijk gebeurt, hoe duurder het oplossen ervan zal zijn. De kosten van wijzigingen na oplevering van een systeem zijn zestig tot honderd keer hoger dan de kosten van wijzigingen tijdens de systeemanalyse. Dat is een groot verschil. In de requirements engineering is het bekend dat veel problemen al ontstaan bij het boven water krijgen en opschrijven van de eisen die een bedrijf aan het systeem stelt. We kunnen hieruit concluderen dat het zeer belangrijk is om de systeemanalyse goed voor elkaar te hebben.

2.2. Scope van dit onderzoek

In de praktijk komt requirements engineering vooral neer op een kunst in plaats van op een wetenschap, en het is moeilijk om te vatten hoe een goed proces er nu precies uitziet. Iedereen heeft daar zijn eigen ideeën over. Om niet te verdwalen in de doolhof van strategieën, zullen we het vakgebied van de requirements engineering verder moeten operationaliseren.

Met de beantwoording van deze eerste deelvraag blijven we dicht bij huis. Als concreet voorbeeld focussen we namelijk op de requirements engineering zoals die op de Radboud Universiteit – in de gelijknamige cursus – gedoceerd wordt. We beseffen dat we hiermee waarschijnlijk niet elke requirements engineer tevreden stellen. Dat is ook niet de intentie. Het gaat erom dat we een concreet voorbeeld van hoe dit proces bedreven wordt kunnen specificeren. Wij geloven zelf in dit proces, en de input van hoe dit proces eruit ziet bepalen we zelf aan de hand van onze ervaringen met de cursus 'requirements engineering'. Onze begeleider is daarbij tevens informant, aangezien hij de cursus doceert.

De nadruk van deze operationalisatie zal liggen op de producten waar het requirements engineering proces naar toe streeft. Het hoogste doel van een requirements engineer is namelijk het gedocumenteerd krijgen van de specificaties. Daarom richten we ons op de deliverables, en betrekken daar enkel procesmatige aspecten bij, als deze direct gericht zijn op de deliverables. Je zou bijvoorbeeld kunnen stellen dat een haalbaarheidsstudie ook bij requirements engineering hoort. Deze studie onderzoekt of de noodzakelijke voorwaarden in het bedrijf waar je bij werkt aanwezig zijn om het systeem überhaupt te kunnen realiseren. Dit proces is zeker belangrijk, maar leidt niet direct tot één van de producten die in de cursus 'requirements engineering' aangeboden wordt.

De primaire producten waar deze cursus wel op focust, zijn use cases, scenario's, domeinmodellen, business rules en terminologische definities. Deze producten samen vormen een compleet pakket dat alle requirements volledig weet te beschrijven. In de cursus van de Radboud Universiteit wordt intensief gebruik gemaakt van het boek 'Use cases, requirements in context' van Daryl Kulak en Eamonn Guiney. In dit boek (Kulak & Guiney, 2000) wordt een methode aangeboden om requirements op te schrijven, die gedreven is door use cases. Zoals gezegd is de methode van de cursus echter breder dan alleen use cases. We zullen alle genoemde deliverables – beginnend met use cases – in de komende vijf secties één voor één beschrijven.

2.2.1 Use cases

De zogenaamde 'use cases' zijn het centrale element van de verzameling deliverables waar we ons in deze afstudeerscriptie op richten. Ze stammen oorspronkelijk uit de UML-methodologie. Ze bestaan in essentie uit een opeenvolging van taken die actoren uit moeten voeren. Om het allemaal wat duidelijker te laten worden, gebruiken we voorbeelden uit een requirementsdocument betreffende een roostergenerator.

In een use case zet je onder de 'basis course of events' de stappen die normaal gesproken tot het takenpakket van een actor horen (zie figuur 2). Je zou dit kunnen zien als een verzameling van feitzinnen voor een specifiek deel van een systeem. Feitzinnen bestaan vaak uit een subject, werkwoord en bijbehorend predicaat. Ze zijn niet samengesteld, wat ze simpel en duidelijk maakt. De grote kracht van use cases is dat ze hierdoor door feitelijk elke stakeholders begrepen kunnen worden. Het is niet nodig om de syntax en semantiek van een modelleertaal of iets dergelijks te begrijpen. Daarmee is het helemaal geschreven in de taal van het bedrijf.

Basic course of events:

1. Docent neemt contact op met de studiecoördinator.
2. Docent geeft de vakcode op.
3. Docent geeft de datum aan.
4. Docent geeft de begintijd van het vak aan.
5. Docent geeft de eindtijd van het vak aan.
6. Studiecoördinator laat weten of de wijziging doorgevoerd kan worden.

Figuur 2: basic course of events

De definities van wat je precies wel en niet tot een use case dient te rekenen verschillen nogal. In de methode van de cursus 'requirements engineering' wordt met een use case meer bedoeld dan enkel deze 'basic course of events'. In de volgende tabel staan de overige onderdelen van een mogelijke use case ingevuld, evenals een uitleg van deze onderdelen.

Onderdeel	Beschrijving
Use Case Name	Een unieke en duidelijke naam die de essentie goed weergeeft
Iteration	Fase van de use case, uitgedrukt in resp. 'Facade', 'Filled' of 'Focused'
Summary	In enkele regels samengevat wat de essentie van de use case is
Basis Course of Events	Het meest voorkomende pad dat de actor met het systeem doorloopt
Alternative Paths	Eén of meerdere correcte paden die minder vaak voorkomen
Exception Paths	De paden die enkel voorkomen wanneer er iets mis gaat in het proces
Triggers	De reden waarom of wanneer je een use case in dient te gaan
Assumptions	De aannames waar je van uit gaat dat ze gelden tijdens de use case
Preconditions	Condities van buiten de use case die moeten gelden om te beginnen
Postconditions	Condities van buiten de use case die moeten gelden na afloop
Related Business rule(s)	Verwijzingen naar de business rules die van kracht zijn bij deze use case
Author	De auteur(s) van de use case, minst relevant en staat daarom onderaan
Date	De datum waarop de drie fasen (zie iteration) afgerond zijn

Tabel 1: use case template

Naast de al eerder beschreven 'basis course of events' vormen de 'alternative paths' en de 'exception paths' het hart van de use case. Het is altijd belangrijk om ook rekening te houden met interacties tussen de actor en het systeem die minder vaak voorkomen, of die juist voorkomen wanneer er zich een error voordoet. Deze stappen worden nog wel eens over het hoofd gezien. De overige onderdelen van deze mal zijn ook voor het bedrijf van belang. Zij moeten rekening houden met bijvoorbeeld pre- en postconditions in hun eigen bedrijfsprocessen.

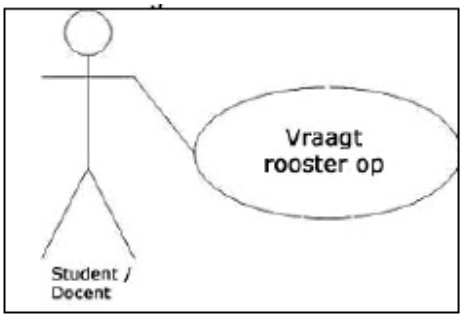
Deze methode van requirements engineering maakt ook onderscheid in een drietal stadia die een use case doorloopt. De eerste fase is de 'Facade', waarin de template nog niet helemaal ingevuld is, maar wel alle processen zo veel mogelijk afgedekt zijn. De tweede fase is de 'Filled', waarin het template helemaal gevuld wordt, en use cases ook typisch opgesplitst worden in uniekere delen. De laatste fase is vervolgens de 'Focused', waarin elke use case nog eens zeer kritisch bekeken wordt, waarbij overbodigheden geschrapt worden.

Vaak wordt er ook nog een zogenaamde 'use case survey' bijgehouden, waarin een overzicht van alle uiteindelijke use cases gegeven wordt. Hierin worden enkel de naam, actor, samenvatting en bron opgesomd. Daarnaast is voor elke use case aangegeven wat de complexiteit en prioriteiten er van zijn. In figuur 3 is een voorbeeld van één use case uit zo'n survey te zien.

Use Case Number	004
Use Case Name	Docent geeft wijziging aan.
Initiating Actor	Docent
Description	De docent wil een wijziging doorvoeren en moet hiervoor zijn wijziging doorgeven aan de betreffende studiecoördinator.
Completeness	Focused
Use Case Complexity	Hoog
Architectural Priority	Hoog
Business Priority	Hoog
Dependency	Gemiddeld
Source	Docent
Comments	-

Figuur 3: use case survey

Tenslotte wordt bij een use case ook vaak een zogenaamd 'use case diagram' toegevoegd. Dit diagram (zie figuur 4) bevat meestal niets meer dan de actor(en) van de use case en de bijbehorende taak. Het diagram blinkt niet uit in figuratieve mogelijkheden, maar toch blijken mensen het vaak fijn te vinden om de essentie van een use case in een andere vorm dan tekst te zien. Het is ook mogelijk om één groot use case diagram op te stellen om de samenhang tussen meerdere use cases te zien.



Figuur 4: use case diagram

Hoewel de use case het centrale element van de methode van 'requirements engineering' is waar wij hier op focussen, zijn de scenario's, domeinmodellen en business rules ook belangrijk en onmisbaar. We zullen ze in de volgende secties beschrijven.

2.2.2 Scenario's

Zoals gezegd vormt de 'basis course of events' samen met de 'alternative paths' en de 'exception paths' de kern van een use case. Deze paden bestaan echter wel alleen uit subjecten en predicaten op typeniveau. Zo is in de genoemde voorbeelden het subject vaak 'student' of 'docent'. In de werkelijkheid heb je niet te maken met het type 'docent', maar met een specifieke docent die luistert naar een specifieke naam, bijvoorbeeld 'Jasper van Rijn'.

Ook wordt er bij use cases gesproken over het type ‘datum’, en niet over de instantie ’15 januari 2007’. Veel mensen hebben moeite met abstracties, en kunnen veel beter overweg met beschrijvingen op instantieniveau. Dat is de reden waarom er scenario’s bestaan. Scenario’s zijn namelijk op instantieniveau ingevulde paden uit zowel de ‘basis course of events’ als de ‘alternative paths’ en de ‘exception paths’. Het zijn concrete voorbeelden van de processen, waar elke klant zich iets bij voor kan stellen. Zie figuur 4.

Scenario D: Docent Sjaak aan de RU Nijmegen

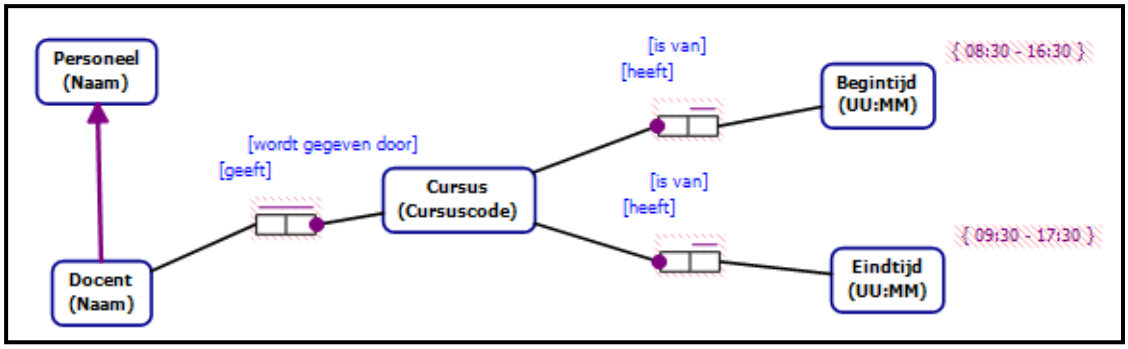
1. Docent Sjaak wil zijn vak iets later laten beginnen en eindigen.
2. Sjaak belt naar studiecoördinator Vera om de wijziging door te geven.
3. Vera neemt op en Sjaak geeft de nieuwe begintijd 10:30 op.
4. Sjaak geeft ook de nieuwe eindtijd 12:30 op.
5. Vera geeft als antwoord dat er op die tijden een tentamen wordt gegeven en dat de wijziging niet mogelijk is.

Figuur 5: scenario

Het is belangrijk om te benadrukken dat de verhouding van een use case ten opzichte van een scenario die van 1:n is. Dat betekent dat er bij een use case meerdere scenario’s opgesteld kunnen worden. Het doel is om de scenario’s op een dusdanige manier te kiezen, dat alle paden van de use case worden afgedekt. Het ligt voor de hand dat er dan scenario’s ontstaan uit zowel de ‘basis course of events’ als de ‘alternative paths’ en de ‘exception paths’. Maar daarnaast is het ook mogelijk en zeer gewenst dat er meerdere scenario’s voortkomen uit slechts de ‘basis course of events’. Het gaat er immers om dat de stakeholders de beschreven processen goed kunnen begrijpen.

2.2.3 Domeinmodellen

Een domeinmodel is een grafische weergave van de concepten en relaties die in een domein voorkomen. Hierdoor krijg je in één model een totaaloverzicht van de samenhangende delen te zien. Daarnaast is het gebruikelijk om hier via constraints beperkingen bij aan te geven.



Figuur 6: domeinmodel

Hierboven zie je een voorbeeld, waarin de concepten en relaties uit figuur 4 in terugkomen. Dit model is in het programma NORMA via de taal ORM (Halpin, 2001) geschreven. Deze afkorting staat voor Object Role Modelling en is in staat om zogenaamde feitzinnen in natuurlijke taal op een voor gebruikers intuïtieve manier weer te geven. Hoewel we in dit document gebruik zullen maken van ORM, is deze taal voor domeinmodellen allerminst heilig. Andere tools en modelleertalen zoals UML (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2005) zijn bijvoorbeeld ook mogelijk.

Een domeinmodel kan op verschillende manieren gebruikt worden binnen een specificatie van requirements engineering. Allereerst is het zeer nuttig om voor elke use case een apart domeinmodel op te stellen. In de ‘basis course of events’, ‘alternative paths’ en ‘exception paths’ komen nogal wat objecten en relaties voor.

Door middel van een domeinmodel kunnen deze precies worden uitgewerkt. Ook is het wellicht nuttig om naast de aparte domeinmodellen nog één groot, integraal domeinmodel op te stellen. Dit noemen we een 'generiek domeinmodel'. Hiermee herhaal je wel veel informatie uit de aparte domeinmodellen, maar zorg je wel voor meer overzicht en inzicht in de samenhang tussen alle aparte domeinmodellen.

Tenslotte kan het ook nog handig zijn om een zogenaamde 'domeinmodel populatie' in te vullen. Domeinmodellen beschrijven concepten en relaties voornamelijk op typeniveau. Dat wil zeggen dat we het over concepten als 'docent' hebben, in plaats van over instanties als 'docent Hoppenbrouwers'. Net als dat het nuttig is om interacties in een use case tevens weer te geven in scenario's, is het ook nuttig om een domeinmodel te populeren. Stakeholders die talen als ORM en UML niet begrijpen, begrijpen van zo'n populatie wellicht een stuk meer.

2.2.4 Business rules

De bedrijfregels zijn de geschreven en ongeschreven regels die voorschrijven hoe een bedrijf haar zaken zou moeten bedrijven. In essentie zou je ook kunnen zeggen dat business rules die regels zijn die niet in een domeinmodel te modelleren zijn. Wanneer er echter in een bepaald domein nog geen business rules gelden, dan dien je ze als requirements engineer gewoon zelf op te stellen.

Ze nemen tegenwoordig een steeds grotere plaats in de specificatie van een requirements engineering proces in. Het creëren van business rules is samengegroeid met het vakgebied van de domeinmodellering. Ze worden daarom op basis van domeinmodellen opgebouwd en zijn er ook één op één tot te herleiden. Business rules dienen relevant voor het domein te zijn. Zo leveren ze ook een nuttige bijdrage aan bijvoorbeeld een use case.

Met betrekking tot het voorbeeld van de roosterviewer zou je bijvoorbeeld de volgende business rules als in tabel 2 kunnen opstellen. Een dergelijke opsomming van regels noemen we een 'business rules catalog'.

	Regeldefinitie	**Bron**
001	Beheerder verstrekt persoonsgegevens van studenten alleen als dit is voor studieondersteuning of andere doel-stellingen van gegevensverzameling.	Vademecum: Reglement Bescherming Persoons-gegevens Studenten.
002	Tijdens de tentamenperiode van een cursus heeft de student voor deze cursus "collegevrij".	Studiegids NIII (website)
003	De doelen van een cursus, d.w.z. de competenties die geslaagde deel-nemers na afloop beheersen, worden in de cursusbeschrijving vermeld.	Studiegids NIII (website)

Tabel 2: business rules catalog

Zoals af te leiden is uit bovenstaande tabel 2, is de vorm van business rules inderdaad gerelateerd aan een domeinmodel. In de eerste regel bijvoorbeeld kun je zo een aantal concepten (beheerder, persoonsgegevens, studenten) en een aantal relaties (verstrekken, zijn van) ontdekken. Deze concepten en relaties dienen ook expliciet voor te komen in het domeinmodel dat bij de desbetreffende use case hoort.

Over de vorm van een business rule valt echter meer te zeggen. In ons voorbeeld is het een soort natuurlijke taal, waarin we wel zoveel mogelijk gebruik maken van de exacte termen uit het bijbehorende domeinmodel.

Er zijn echter diverse talen in ontwikkeling waarmee bedrijfsregels nauwkeuriger opgeschreven kunnen worden. Eén daarvan is de taal ORC (Hoppenbrouwers, Proper, & Van der Weide, 2005), waarbij de afkorting staat voor Object Role Calculus. Dit is een semi-natuurlijke taal, wat wil zeggen dat het wel degelijk een vaste, logische structuur heeft, maar wel begrijpelijk blijft voor niet technische domeinexperts. De taal ORC is een geëvolueerde variant van de taal RIDL (Meersman, 1982). Hier bestaan weer twee varianten van, namelijk het meer op multisets gerichte LISA-D (Ter Hofstede, Proper, & Van der Weide, 1993) en het meer op de praktijk gerichte QonQuer (Proper, 1994). ORC heeft als doel om LISA-D en ConQuer te herintegreren.

Tenslotte speelt bij business rules ook het verschil tussen 'alethic' en 'deontic' een rol. Regels en constraints beschouwen we als 'alethic' wanneer het noodzakelijk is en absoluut niet geschonden kan worden. We spreken over 'deontic' wanneer de regel in principe wel overtreden kan worden. De regel dat een geleend boek op tijd teruggebracht moet worden naar een bibliotheek is een voorbeeld van een 'deontic rule'. In principe is het namelijk mogelijk om het boek later terug te brengen, waarvoor de kosten dan voor eigen rekening zijn. De regel dat een boek in de bibliotheek aanwezig moet zijn om hem daarvandaan te lenen, is een voorbeeld van een 'alethic rule'. Het is namelijk onmogelijk om een boek dat niet aanwezig is tóch mee te nemen.

2.2.5 Terminologische definities

De laatste 'deliverable' die van belang is bij een proces van requirements engineering, zijn de terminologische definities. De verzameling van al deze definities zou je kunnen vergelijken met een woordenboek. Het is hierbij de bedoeling dat er van alle termen die voorkomen in alle domeinmodellen van een requirements analyse definities opgesteld worden. Een domeinmodel zelf geeft meestal alleen de relaties tussen concepten weer. Nergens staat wát een concept eigenlijk precies is. Dat is waar terminologische definities toe dienen.

Net als bij business rules zijn er talen om zulke definities precies op te schrijven. Ook kun je van veel termen een bestaande woordenboekdefinitie opzoeken. Toch werkt het misschien wel het beste om de definities zelf op te stellen. Het is een goed idee om hierbij de veelgebruikte structuur van een 'definiens' (hetgeen dat gedefinieerd wordt), een 'genus' (het supertype van wat gedefinieerd wordt) en één of meer 'differentiae' (de onderscheidende eigenschap van het gedefinieerde) te gebruiken.
Een voorbeeld van een zo opgebouwde definitie is de volgende: "Een hond (definiens) is een dier (genus) dat kan blaffen (eerste differentium) en met zijn staart kwispelt". Door alle termen in een requirements analyse zo op te stellen, voorkom je spraakverwarring en definities die door elkaar lopende. Zo zijn terminologische definities een nuttige toevoeging aan de voorgaande producten.

3. Het raamwerk

De tweede deelvraag betreft het definiëren van een eigen raamwerk, waarmee we de strategieën van de beschreven operationalisatie van requirements engineering kunnen specificeren. De basis van dit raamwerk ligt bij de doelen die de requirements engineer voor ogen heeft. Naar aanleiding van deze doelen kiest hij de te volgen strategieën. Het raamwerk moeten om kunnen gaan met verschillende smaken van strategieën. Zo moeten we een strategie open kunnen laten voor eigen interpretatie, of juist wel concreet invullen. Daarnaast moeten we in kunnen zoomen op strategieën en deterministische procedures erbij kunnen betrekken. Ook zullen strategieën soms in een bepaalde volgorde uitgevoerd moeten worden, en komt er dus een temporeel aspect bij kijken.

Dit zijn semantische eisen aan het raamwerk, maar er komen ook syntactische eisen aan te pas. Zo moeten we manieren vinden om het geheel aan strategieën op te schrijven en overzichtelijk te houden. We denken dat het uiteindelijke raamwerk aan al deze eisen voldoet.

Natuurlijk is het zo dat dit uiteindelijke raamwerk gedurende het onderzoek zelf flink geëvolueerd is. Het is namelijk schier onmogelijk om vooraf een perfect raamwerk te definiëren. Tijdens het creëren van de uiteindelijke specificatie zijn we er meerdere keren achter gekomen dat het raamwerk dingen mistte. In zulke gevallen hebben we het raamwerk gewoon weer aangepast en geconcretiseerd.

Hierbij is het zo dat sommige kleine aanpassingen kunnen relateren in veel grotere koerswijzigingen. In het oorspronkelijke raamwerk hadden we er bijvoorbeeld voor gekozen de strategieën weer te geven in een graph. Na meerdere keren ontdekt te hebben dat we daar niet alles uit konden drukken wat we wilden, hebben we besloten te gaan werken met de procestaal YAWL (zie sectie 3.3). Daarnaast is het ook zo dat we in sommige gevallen vooraf juist te ver in detail zijn getreden. We hadden namelijk concepten bedacht die we in de praktijk helemaal niet nodig bleken te hebben. Zo resulteerde het daadwerkelijke specificeren van de strategieën in een hoop toevoegingen en verwijderingen aan het raamwerk.

We zullen nu allereerst de motivatie en achterliggende gedachten over de vorm van het raamwerk beschrijven. Na de motivatie definiëren we het uiteindelijke raamwerk zelf. Dit doen we in woorden en afbeeldingen, en we sluiten deze definitie af met een metamodel in de conceptuele modelleertaal ORM. Hierin komen alle eerder besproken concepten en relaties daartussen terug.

Vervolgens zullen we dit raamwerk plaatsen naar aanleiding van de ‘state of the art’. Dit betreft de derde deelvraag; de literatuurstudie. Hierbij dient allereerst gezegd te worden dat dit afstudeeronderzoek nauw aansluit en voortborduurt bij lopend onderzoek aan onze eigen universiteit. Zoals in het artikel hierover (Van Bommel et al., 2007) ook gezegd wordt, was het hierin beschreven raamwerk vooral gebouwd op theoretische gronden. In dit artikel wordt tevens gezegd dat dit oorspronkelijke raamwerk nog getest en toegepast moet worden in de praktijk. En dat is nu juist waar ons afstudeeronderzoek toe dient.

Naast dit artikel van onze eigen universiteit hebben we nog een aantal artikelen gevonden, waarin de auteurs ook een soort raamwerken presenteren waarmee concrete processen zou kunnen worden gespecificeerd. Aan de hand van al deze artikelen uit het vakgebied van de ‘method engineering’ zullen we aangeven in hoeverre we (bijvoorbeeld qua terminologie) meegaan met hen, maar juist ook in hoeverre we bewust afwijken van wat zij beschrijven. We hebben er bewust voor gekozen om deze vergelijking met andere, soortgelijke onderzoeken pas na de voltooiing van ons eigen raamwerk uit te voeren. Het is namelijk lang niet altijd slecht om het wiel opnieuw uit te vinden. Op deze manier proberen we alles vanaf nul in elkaar te zetten zoals wij dit het beste achtten. Zo voorkomen we dat we uitkomen op een bijeengeraapt raamwerk dat verre van consistent is. Voordat we deze literatuurstudie uitvoeren, zullen we dus eerst ons eigen uiteindelijke raamwerk presenteren.

3.1. Motivatie vorm van het raamwerk

We zullen nu een raamwerk op gaan stellen waarin we alles op kunnen nemen wat we over strategieën kwijt zouden willen. Zo zouden we bijvoorbeeld kunnen zeggen dat het in een bepaalde situatie slim zou kunnen zijn om eerst een use case op te stellen, alvorens we een scenario op gaan stellen. Hier gaat het dan vooral om de volgorde waarin je taken uit zou kunnen voeren. We willen echter ook beschrijven hoe je een scenario op zou moeten stellen. Daar gaat het dan vooral om de manier waarop iets dient te gebeuren. Ook ligt het voor de hand om deze soorten van beschrijvingen (over de volgorde en over de manier waarop) niet helemaal los van elkaar te specificeren. Dit resulteert daarom in een raamwerk met meerdere niveaus, waarbij je op het hoogste niveau bijvoorbeeld enkel spreekt van ‘een use case opstellen’.

Op een lager niveau spreek je dan van stappen als ‘zorgen voor input van klant’ en ‘basic course of events opstellen’. Het is dan mogelijk om weer op de laatste stap in te zoomen, mocht dat noodzakelijk zijn. Dit proces kun je doorzetten tot je op een heel laag niveau terecht komt, waarbij de stappen niet meer zijn dan triviale instructies als ‘zoek onderwerp in feitzin’. De acties op dit niveau zijn vaak heel goed uit te voeren door werknemers. De problemen zitten juist in het vinden van acties op dit niveau en het bepalen van de volgorde van stappen die je moet nemen. Waar moet je bijvoorbeeld mee verder gaan als je net een use case gemaakt hebt? Ons raamwerk zal daar een onderbouwd antwoord op geven.

In de jonge geschiedenis van het vakgebied van de software ontwikkeling zijn er diverse pogingen gedaan om specificaties op te stellen volgens de zogenaamde ‘kookboek’-benadering. Bij een dergelijk raamwerk wordt de gebruiker ervan op een nogal deterministische wijze opgedragen wat hij of zij moet doen:

1. Verwarm de oven voor op 180 graden.
2. Snijd de geschilde aardappelen in plakjes.
3. Kook de aardappelplakjes in ruim kokend water met zout 3 minuten.
4. Was de spinazie grondig in ruim koud water, verwijder harde, dikke stelen en laat de spinazie goed uitlekken.

Op eenzelfde wijze werd in die methoden voor software ontwikkeling uiteengezet hoe je een use case moest opstellen. Deze stappenplannen (merk ook de nummering op in het voorbeeld) blijken in ons vakgebied niet te werken (Mirbel & Ralyte, 2006). Hier zijn meerdere redenen voor te noemen.

Allereerst is het zo dat een dergelijk stappenplan veel te deterministisch is. Het is niet per definitie verkeerd om sommige strategieën open te laten voor eigen invulling. Het heeft geen enkele zin om gebruikers van het raamwerk te gaan verplichten om feitzinnen te gaan ontleden, terwijl ze misschien zelf wel een veel betere methode hebben ontwikkeld om tot een ‘basic course of events’ te komen. Vaak doden deterministische beschrijvingen de creativiteit. Met ad-hoc beschrijvingen is in zulke gevallen dan ook niets mis. Het begrip ‘agility’ is hier van toepassing, oftewel de lenigheid van het proces. Een stappenplan kan hier niet goed mee overweg, net als met het geven van voorbeelden. Het is simpelweg te rigide.

Daarnaast is het zo in de softwareontwikkeling elk probleem, elke opdracht en dus ook elk proces van requirements engineering anders is. Je hebt met een andere beginsituatie te maken, er zijn misschien andere randvoorwaarden (niet functionele requirements) van toepassing, je hebt met andere mensen te maken die een andere functionaliteit voor het toekomstige systeem wensen en je hebt met een andere bedrijfscultuur te maken. Geen enkel proces van requirements engineer is dus hetzelfde. Requirements engineers zelf zijn natuurlijk tevens mensen, en die verschillen ook van elkaar. Dus zelfs wanneer twee requirements engineers op hetzelfde moment een blauwdruk maken van de wensen van dezelfde klant, is de kans zeer groot dat er andere resultaten uitkomen.

Maar er zijn nog meer redenen waarom de methode van het ‘kookboek’ hier ongewenst is. Men richt zich hiermee vaak op producten, en de procesmatige kant van de zaak is dan het ondergeschoven kindje. In dit onderzoek focussen we zelf op strategieën en daarmee dus ook op de processen. Maar daarnaast spelen de producten waar die processen tot leiden ook een heel belangrijke rol. Het raamwerk moet hier allemaal mee om kunnen gaan. Tenslotte zal het raamwerk ook geconfronteerd moeten kunnen worden met plotselinge koerswijzigingen, het zogenaamde ‘emergent behaviour’. Een analogie met de TomTom GO werkt hierbij verhelderend.

De TomTom GO is een navigatiesysteem voor in de auto, die na opgave van een bestemming via GPS en een ingebouwde wegenkaart bepaalt hoe je moet rijden om op die bestemming te geraken. Dit navigatiesysteem kan goed omgaan met plotselinge veranderingen. Stel dat er een boom op de weg valt waar je eigenlijk langs moet. Je moet daardoor een andere route nemen dan het systeem bedacht had. De TomTom GO rekent dan opnieuw uit hoe je vanuit die andere positie op een andere manier bij je bestemming kan komen. Op dezelfde manier moet ons raamwerk om kunnen gaan met koerswijzigingen, want in de softwareontwikkelinghoek komen deze ook vaak voor. Denk aan budgetten van de klant die ineens ergens anders aan besteed moeten worden, of evoluerende wensen waardoor het systeem er ineens heel anders uit gaat zien.

Al deze redenen waarom het 'kookboek'-stappenplan ongeschikt blijkt te zijn om strategieën voor bijvoorbeeld requirements engineering te specificeren, willen we nu gaan gebruiken om ons eigen raamwerk mee op te zetten. Zoals gezegd sluit de definitie van dit raamwerk nauw aan bij lopend onderzoek van de afdeling IRIS aan onze eigen universiteit (Van Bommel et al., 2007). Ons raamwerk dat we in de volgende sectie presenteren is slechts gebaseerd op dezelfde basisprincipes. Het is juist een deel van deze afstudeeropdracht om dit raamwerk waar nodig aan te passen naar aanleiding van het gebruik ervan in de praktijk. En zo is ons eigen raamwerk dat we in de komende sectie presenteren een zeer nuttige toevoeging op het lopende onderzoek.

3.2. Definitie van het raamwerk

Nu de achtergrond en motivatie van de keuze voor de vorm duidelijk is gemaakt, kunnen we gestalte gaan geven aan het raamwerk zelf dat we in deze masterscriptie hanteren. We maken in deze definitie onderscheid tussen strategieën en doelen, die erg met elkaar samenhangen. Het hoogste doel van een heel proces van requirements engineering is simpelweg het krijgen van de specificatie, van de requirements dus. De strategieën die je kunt volgen leiden uiteindelijk allemaal tot het voltooien van dit doel.

We hebben uiteindelijk gekozen voor een raamwerk dat bestaat uit een verschillend aantal elementen. Zo geven we de context van een strategie weer middels een procestaal. De hieruit resulterende figuren zijn erg intuïtief, en niet alleen voor computerexperts of systeemontwikkelaars. Iedereen kan gemakkelijk een voorstelling maken van wat er mee bedoeld wordt. Ook hebben ze een formele basis, waarmee we een dergelijke specificatie ook mogelijk houden. Daarnaast gebruiken we in het raamwerk tekstuele beschrijvingen en verhelderen we het geheel middels conceptuele modelleertalen. We zullen alle elementen van het raamwerk in de komende subsecties de revue laten passeren. Merk op dat we bij de namen en definities van deze elementen die we invoeren ook gebruik maken van de Engelse termen en een schuin lettertype. Zo sluiten we beter aan bij het lopende onderzoek en benadrukken we de deels nieuwe terminologie.

3.2.1 Naam van een activiteit

We beginnen met de triviaal ogende opmerking dat we in ieder geval gebruik moeten maken van titels om het geheel van specificaties overzichtelijk te houden. Zoals eerder beschreven zullen we te maken krijgen met verschillende niveaus en lagen van strategieën. Het is onwenselijk en onmogelijk om dit in één grote beschrijving te gieten. Daarom zullen we de gehele specificatie op moeten splitsen. Elk los deel noemen we een activiteit of *activity*. Om naar een bepaalde activiteit te verwijzen dient gebruik te worden gemaakt van de exacte naam die we aan een activiteit geven.
Voorbeelden van zulke titels of namen – aflopend naar een steeds lager niveau – zijn 'Een requirements analyse maken', 'Een use case maken' en 'Een basis course of events maken'. Deze titels noemen we activiteitnaam of *activity name*.

Grafisch gezien noteren we deze titels als volgt:

Een requirements analyse maken

Tabel 3: grafische weergave van een *activity name*

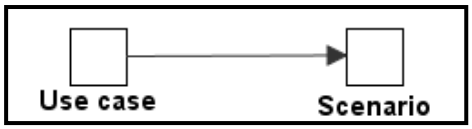
Het is belangrijk dat elk van deze namen uniek is, aangezien er naar verwezen moet worden. Het is namelijk goed voor te stellen dat er een tekstuele beschrijving van een strategie voor gaat komen die zo uitgebreid is dat we er een eigen *activity* voor aan moeten maken. Deze tekstuele beschrijving en de titel van de nieuwe activiteit moeten dan gelijk zijn, anders loopt het hele systeem van specificaties in de war. We gebruiken met opzet het woord 'systeem', aangezien we de specificaties uit het volgende hoofdstuk bij gaan houden via een online database. Via deze techniek kunnen we ook formeel afdwingen dat de naamaanduidingen uniek zijn. Een activiteit bestaat dus uit een activiteitnaam, maar heeft daarnaast nog meer velden. In volgorde van verschijning zijn dit de strategie context, de strategie zelf en een gemodelleerde weergave van de concepten en relaties van een strategie. We zullen ze in de komende subsecties nader toelichten.

3.2.2 Context van de strategie

De kern van de zogenaamde *strategy context* bestaat uit minimaal twee toestanden of *states*, die aan elkaar gelinkt worden door middel van een transitie of *transition*. Toestanden zijn eigenlijk gewoon resultaten van stappen in een proces. Er zijn twee smaken van toestanden mogelijk. Enerzijds heb je de bronnen of *sources*, die eigenlijk neerkomen op de input van een bepaalde activiteit. Een bijzondere vorm hiervan is ruw materiaal of *raw material* (extra input zoals notities). Anderzijds heb je de producten of *products*, waarmee we het resultaat van een activiteit bedoelen. Bijzondere vormen hiervan zijn tussenproducten of *intermediate products* (extra output zoals testversies). De context van een strategie definiëren we dus simpeler gezegd als een overgang van een beginsituatie naar een doelsituatie. Een beginsituatie kan bijvoorbeeld op hoog niveau zijn 'use case', en de doelsituatie is dan om daar een 'scenario' uit te krijgen.

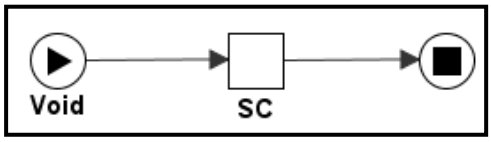
Zoals eerder gezegd gebruiken we de procestaal YAWL (Van der Aalst & Ter Hofstede, 2005) om de context van de strategie weer te geven. De afkorting YAWL staat voor 'Yet Another Workflow Language'. Deze taal waarmee je workflows kunt maken, is ontwikkeld door de 'Business Process Management' onderzoeksgroep van 'Queensland University of Technology' in samenwerking met de technische universiteit van Eindhoven. De taal combineert inzichten uit onderzoek naar workflow patronen met de krachtige taal genaamd petri-nets. Het resultaat is een taal die erg krachtig is, maar in zijn fundamenten dusdanig simpel is dat het voor veel mensen erg gemakkelijk te begrijpen is.

Hoewel YAWL zeer veel (grafische) mogelijkheden biedt om dingen uit te drukken, gebruiken we in ons raamwerk slechts een subset van de notaties van deze procestaal. Daarbij komt dat we de taal iets anders gebruiken dan waar hij in essentie eigenlijk voor bedoeld is. YAWL modelleert welke taken in welke volgorde en in welke samenhang uitgevoerd dienen te worden. Wij zullen deze taken echter meer als toestanden interpreteren, wat helemaal niet verboden is. De relaties kunnen we in het kader van dit afstudeeronderzoek titels geven als 'heeft nodig'. De *states* geven we in YAWL weer als een vierkant, de transitie geven we weer als een pijl. Wanneer we uitgaan van de beschreven specificatie met een use case en een scenario, dan ziet dit er uit als in figuur 7.



Figuur 7: grafische weergave *strategy context*

In dit voorbeeld zien we aan de linkerkant van de transitie de bron en aan de rechterkant van de transitie het product. Er kleeft overigens ook een temporeel aspect aan de bron en het product in dit model. Het creëren van de use case is eerder gebeurd dan het creëren van het scenario. Het kan echter ook voorkomen dat binnen een requirements engineering proces een product uit het niets wordt gecreëerd. Om dit aan te geven gebruiken we de term 'Void', die we lenen uit de wereld van de programmeertalen. Zie hiervoor figuur 8. Hierbij zie je ook direct het symbool dat je gebruikt om aan te geven dat de stroom van processen eindigt.



Figuur 8: grafische weergave *strategy context* met 'Void', stopconditie en afkorting

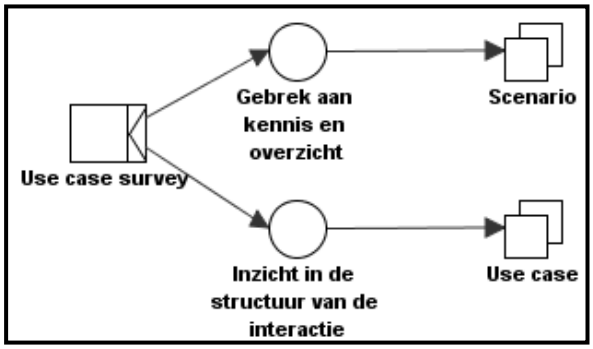
Merk op dat we hierin voor het product 'scenario' de afkorting 'SC' gebruiken. Dit gebruik van afkortingen heeft niet onze voorkeur, maar kan in bepaalde situaties met erg lange of veelvoorkomende namen van producten handiger zijn. Wanneer we afkortingen gebruiken voor de situaties, zorgen we ervoor dat deze helder gedefinieerd staan in een lijst met afkortingen. Voor de hele specificatie – die uit meer van deze graphstructuren bestaat – gebruiken we slechts één afkortingenlijst. Die ziet er bijvoorbeeld als volgt uit:

Afkorting	Betekenis
SC	Scenario
UCS	Use case survey

Tabel 4: lijst met afkortingen van voorbeeldspecificatie

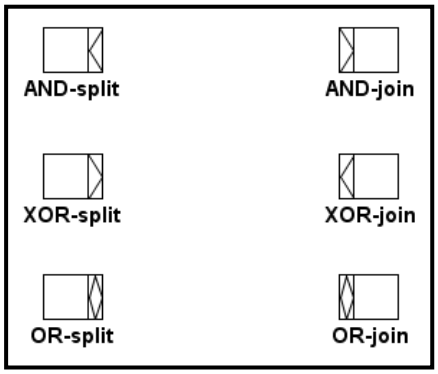
In hoofdstuk 8 van dit document is een uitgebreidere lijst met zulke afkortingen te vinden. Nogmaals, zelf prefereren we het gebruik van afkortingen niet, maar we kunnen ons voorstellen dat anderen dit wel doen. Daarom opperen we het bovenstaande gebruik ervan. Zelf streven we ernaar om dit in de specificatie in het volgende hoofdstuk achterwege te laten.

Verder heeft de taal YAWL nog enkele mogelijkheden die we via bijvoorbeeld een graph niet uit kunnen drukken. Dit betreft het weergeven van splitsingen of *splits* en van condities of *conditions* daarvan. Wanneer je bijvoorbeeld een 'use case survey' gemaakt hebt, zijn er twee aan te raden opties om verder te gaan. Je kunt eerst een scenario gaan maken en vervolgens een use case, of juist andersom. Wanneer je als requirements engineer veel inzicht hebt in de interacties is de laatste optie aan te raden. Wanneer het je daaraan ontbreekt, is het aan te raden om eerst maar eens even een scenario op te stellen. Maar beide activiteiten dienen in ieder geval wel uitgevoerd te worden. Binnen YAWL geven we deze splitsing weer middels een iets andere notatie van de taak waar de splitsing vanuit gaat. De condities geven we weer als bolletjes met tekst. Zie hiervoor figuur 9.



Figuur 9: grafische weergave *split* met *conditions* en *multiple tasks*

Merk op dat deze splitsing in het jargon van YAWL een 'AND-split' betreft, waarbij alle uitgaande taken stuk voor stuk uitgevoerd dienen te worden. Het is ook mogelijk om een 'OR-split' weer te geven. Hierbij maakt het niet uit of je één of meerdere of alle uitgaande taken uitvoert, zolang je er maar op zijn minst één uitvoert. Tenslotte heb je ook nog een 'XOR-split'. Hierbij wordt je verplicht één van de uitgaande knopen te kiezen, meer dan één van de opgesplitste taken kiezen is niet toegestaan. Daarnaast is het ook nog mogelijk om van elke van de drie varianten een 'JOIN' te definiëren. De grafische notaties hiervan zie je in figuur 10.



Figuur 10: grafische weergave soorten *splits en joins*

Voor het opstellen van deze modellen maken we gebruik van de officiële YAWL-editor (zie yawl-system.com). Hiermee biedt YAWL ons ook nog de mogelijkheid om meerdere taken of *multiple tasks* te definiëren. In figuur 9 was dit al te zien bij het scenario en de use case. Bij de grafische weergaven van deze taken zie je er eigenlijk meerdere achter elkaar staan. En dat klopt ook. Het is niet zo dat je na het voltooien van de use case survey slechts één use case gaat maken. Bijna altijd zullen er meerdere use cases gecreëerd moeten worden. Door een taak als een *multiple task* weer te geven in de *strategy context* weet de lezer ook meteen dat deze activiteit meerdere keren uitgevoerd dient te worden voor elke use case die gemaakt dient te worden. Hiermee komen we meteen terecht bij het derde deel van een activiteit, dat dus na de *activity name* en de *strategy context* komt. We hebben het over de strategie zelf.

3.2.3 Strategie

Het derde veld van een activiteit betreft de strategie zelf. Hierin wordt aangegeven hoe we nu daadwerkelijk vanuit een beginsituatie naar een doelsituatie kunnen gaan. In termen van het laatst gebruikte voorbeeld dus welke stappen we moeten ondernemen om een use case te creëren als we reeds een use case survey in elkaar hebben gezet.

Een strategie of *strategy* definiëren we als een verzameling van stappen of *steps* die ervoor zorgt dat de transitie uit de context van de strategie wordt uitgevoerd. Dit deel van de activiteit kan grafisch worden weergegeven door een opsomming van tekstuele regels. Zie hiervoor bijvoorbeeld tabel 5, waarin wat regels staan die van belang kunnen zijn bij het creëren van een use case survey.

- Actoren identificeren - Een lijst van interacties opstellen - Namen en beschrijvingen toevoegen

Tabel 5: grafische weergave van *steps* zonder *order*

Deze strategie bestaat dus uit drie stappen. Net zoals bij de *strategy context* hebben we bij *steps* ook te maken met een temporeel aspect van volgorde.

Bij de context van de strategie was deze volgorde vooral impliciet aanwezig door de gerichte pijlen die we voor de transities gebruikten. In dit *strategy* geven we het verschil weer op een gedetailleerdere manier in de tekstuele beschrijving. Allereerst kunnen stappen géén volgorde of *no order* hebben zoals dat in tabel 5 al het geval was. In sommige gevallen maakt het namelijk helemaal niet uit in welke volgorde je stappen uitvoert. Het is dan alleen belangrijk dát de stap uitgevoerd wordt. Deze opeenvolging van stappen geven we hier weer met streepjes als opsommingsteken.

Daarnaast kan het ook zo zijn dat we juist wel een volgorde af willen dwingen. Dit doen we op een niet zo schokkende wijze als in tabel 6. Het is mogelijk om op een wiskundige wijze deze *order* vast te leggen. Wanneer we bijvoorbeeld de drie stappen voor het gemak even A, B en C noemen, ziet de *order* er als volgt uit: { <A,B>, <B,C> }.

1. Een lijst van interacties opstellen 2. Actoren identificeren 3. Namen en beschrijvingen toevoegen

Tabel 6: grafische weergave van *steps* met *order*

Er bestaan ook situaties waarbij je een bepaalde stap pas uit dient te voeren nadat twee andere stappen uitgevoerd zijn. Het wordt nog ingewikkelder als deze twee stappen geen volgorde hebben. Dit soort situaties geven we weer zoals in tabel 7. Hierbij maakt het niet uit welke stap 1 je als eerste uitvoert, maar wel dat stap 2 pas uitgevoerd wordt nadat de eerste twee stappen afgerond zijn.

1. Een lijst van interacties opstellen 1. Actoren identificeren 2. Namen en beschrijvingen toevoegen

Tabel 7: grafische weergave van *steps* met dubbele *order*

Ook is het zo dat er zich een situatie kan voordoen waarin we binnen de strategie een splitsing willen weergeven. Hoewel deze constructie eigenlijk bedoeld is voor de *strategy context*, willen we dit in schaarse gevallen ook in de stappen aangeven. Wanneer we te maken hebben met een splitsing in meerdere, opeenvolgende taken, maken we gebruik van een *composed step* of samengestelde stap. Hierbij geven we de opeenvolgende stappen als één stap weer en verbinden we de stappen middels het verbindingswoord 'EN'. Een voorbeeld van een dergelijke situatie - die in de uiteindelijke specificatie ook voorkomt - is te zien in tabel 8.

1. Een use case maken vanuit een use case survey EN Een scenario maken vanuit een use case 1. Een scenario maken vanuit een use case survey EN Een use case maken vanuit een scenario 2. Een domeinmodel maken

Tabel 8: grafische weergave van *composed steps*

Vervolgens kan het ook zo zijn dat het van groot belang is dat een bepaald product juist direct na de voltooiing van een ander product gecreëerd dient te worden. Dit is een duidelijk sterkere volgorde dan de eerder beschreven volgorde, omdat je in dit geval niet tussendoor ergens anders mee aan de gang kunt gaan. Het is in dat geval dus niet toegestaan om tussen deze twee stappen nog een stap zonder *order* te verrichten, terwijl dat bij een stap met een gewone order (zie tabel 6 en 7) wel toegestaan is. Deze onmiddellijke volgorde of *immediate order* geven we weer als in tabel 9.

1. Actoren identificeren *2. Namen en beschrijvingen toevoegen

Tabel 9: grafische weergave van *steps* met *immediate order*

Merk hierbij op dat het toevoegen van een *immediate order* eigenlijk alleen zin heeft wanneer er ook stappen zonder *order* in de strategie aanwezig zijn. Anders gedraagt de stap zich hetzelfde als een gewone *order*. Een korte samenvatting van de drie soorten volgorden is te vinden in tabel 10.

Term	Beschrijving	Weergave
No order	De volgorde waarin stappen uitgevoerd worden maakt niet uit.	- Stap A - Stap B
Order	Een stap met een hoger lijstnummer dient na een stap met een lager lijstnummer uitgevoerd te worden, eventueel met tussenkomst van stappen zonder *order*.	1. Stap A 2. Stap B
Immediate order	Een stap met een hoger lijstnummer dient onmiddellijk na een stap met een lager lijstnummer uitgevoerd te worden, zonder tussenkomst van stappen zonder *order*.	1. Stap A *2. Stap B

Tabel 10: samenvatting drie soorten van *order*

Merk op dat deze volgorden ook door elkaar kunnen lopen binnen één *strategy context*. Zie hiervoor tabel 11. Hierbij is het een harde eis dat stap B en stap C direct na elkaar volgen. Stap A mag helemaal in het begin van deze volgorde en helemaal aan het eind. Stap A mag echter ook tussen stap C en stap D geschieden, zolang stap D maar wel ná stap C volgt. Hieraan is al te zien dat via deze streepjes, nummers en sterretjes best complexe structuren in elkaar te zetten zijn. Deze uitdrukkingskracht zouden we echter nodig kunnen hebben.

Stappen	Legale volgordes
- Stap A 1. Stap B *2. Stap C 3. Stap D	<A, B, C, D> <B, C, D, A> <B, C, A, D>

Tabel 11: grafische weergave van *steps* met verschillende soorten *order*

Er bestaan drie soorten stappen. Allereerst kan het een *ad-hoc step* zijn. In de motivatie van dit raamwerk (sectie 3.1) hebben we beargumenteerd dat het mogelijk moet zijn om niet verder in te zoomen op een stap of strategie, zodat we niet in een deterministische situatie terecht komen. De reden hiervoor kan zijn om zo de creativiteit van de requirements engineer te bevorderen.

Ook kan het zo zijn dat het gewoonweg niet nodig is om de stap op een dieper niveau uit te werken, omdat het huidige niveau al duidelijk genoeg gespecificeerd is. Alle stappen die tot nu toe de revue zijn gepasseerd betreffen ad-hoc stappen. Qua opmaak is hier dus niets bijzonders aan.

De tweede soort stap is de *procedural step*. Hierbij is het mogelijk om tips of *notes* bij bepaalde stappen aan te geven. Hierin kunnen we aangeven wat er bij een stap handig is, waar de requirements engineer aan moet denken en wat belangrijke kwaliteitscriteria bij een dergelijke stap zijn. Een procedurele stap geven we weer door de stap te onderstrepen en eronder een opsomming van deze tips geven. Hiervoor gebruiken we deze keer bolletjes als opsommingtekens, zie hiervoor tabel 12.

1. Een lijst van interacties opstellen
   - Definieer zoveel mogelijk interacties
   - Win informatie in bij meerdere stakeholders
   - Kies sterke werkwoorden om de interacties te beschrijven

Tabel 12: grafische weergave van een *procedural step*

Tenslotte kan de stap gestructureerd of *structured* zijn. Dit betekent dat de stap samengesteld is en verder uitgediept dient te worden. Voor dit soort van stappen definiëren we een andere notatie. We geven deze stappen namelijk weer in een dikgedrukt (meestal 'bold' genoemd) lettertype. Hieruit is af te leiden dat er nog meer te vinden is over deze stap dan alleen de tekstuele regel in deze strategie zelf. Een voorbeeld van een dergelijke gestructureerde stap is te vinden in tabel 13.

- Een lijst van interacties opstellen
- Namen en beschrijvingen toevoegen
- **Een use case diagram opstellen**

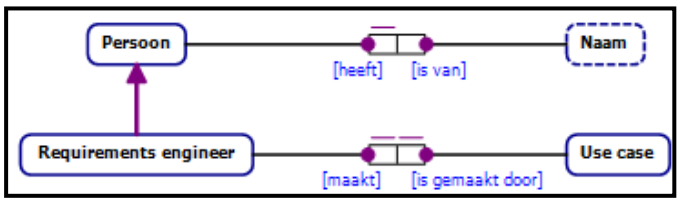
Tabel 13: grafische weergave van een structured *step*

Deze gestructureerde stap leidt dus tot een nieuwe activiteit. Hierin zoomen we verder in op deze specifieke activiteit. Hiervoor moeten we echter wel duidelijk maken waar deze ingezoomde activiteit dan te vinden is. En dit is nu precies de reden voor het bestaan van een activiteitnaam die we eerder aangaven in sectie 3.2.1. In de specificatie moet nu een activiteit te vinden zijn die ook de exacte titel 'Een use case diagram opstellen' heeft.

Merk op dat het aan te raden is om in de uiteindelijke specificatie al deze lagen van strategieën wel enigszins op volgorde te plaatsen. Daarmee beginnen we dan op het hoogste niveau bij een activiteit als 'Een requirements analyse maken'. Verder gaan we depth-first de hele specificatie af. We beginnen dus met de eerst voorkomende stap, bijvoorbeeld 'Een problem statement maken'. Vervolgens gaan we weer verder met eventuele gestructureerde stappen uit deze activiteit, voordat we naar de tweede stap van het hoogste niveau gaan. We geven toe dat een dergelijke totale specificatie met verschillende lagen op papier niet ideaal is. Daarom presenteren we in sectie 4.2 een interactief, online systeem waarbij gebruikers gewoon op gestructureerde stappen kunnen klikken en zo naar een pagina met de gevraagde ingezoomde activiteit kunnen gaan.

3.2.4 Conceptuele beschrijving

In de voorgaande subsecties hebben we besproken hoe de *name*, *strategy context* en *strategy* van een activiteit eruit zien. In deze subsectie bespreken we het laatste deel van de beschrijving van een activiteit, waarin getracht wordt om de concepten en relaties die in de activiteit aan bod zijn gekomen nader toe te lichten. Dit kan gedaan worden via de eerder in sectie 2.1.3 over domeinmodellen genoemde modelleertalen. In de specificatie zullen wij wederom gebruik maken van de taal ORM en de modelleertool NORMA. Een dergelijke conceptuele beschrijving of *conceptual description* kan er dan uitzien zoals in figuur 11:

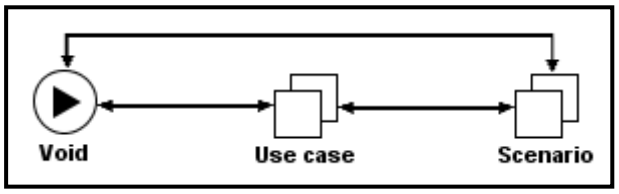


Figuur 11: grafische weergave *conceptual description*

3.2.5 Iteraties

Naast de hierboven uiteengezette definitie van ons raamwerk, willen we nog enkele aanvullende opmerkingen kwijt over dit geheel. Hiermee komen we in deze subsectie terecht bij het aspect van de iteraties. Het is een algemeen bekende veronderstelling in de softwareontwikkeling dat de zogenoemde 'Waterfall'-methode niet werkt (Kruchten, 2000).

Dit is een methode van ontwikkelen waarbij er niet meer naar voorgaande producten en documenten wordt gekeken als het af is. Dit is echter een onhoudbare situatie. Tijdens een project verandert er zo zeer veel en doe je vaak nieuwe inzichten op. Hierdoor dienen voorgaande en afgeronde producten en documenten meerdere keren bijgewerkt te worden. Dit is ook essentieel voor de kwaliteit van het uiteindelijke product. Het is echter zo dat je elke iteratie van een of meer producten vanuit elke situatie in zou kunnen gaan. Dit betekent grafisch gezien dat je bijna vanuit elke situatie een pijl richting elke ander situatie zou moeten tekenen, zoals in figuur 12.

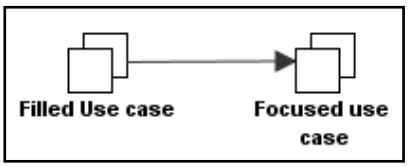


Figuur 12: grafische weergave impliciete iteraties binnen strategy context

Het is duidelijk dat dit te ver gaat en het geheel een stuk onleesbaarder maakt. Daarom nemen we dit aspect van iteraties niet expliciet mee in ons raamwerk. Dit betekent echter niet dat ze niet mogen of zelfs moeten voorkomen. De aanname is daarom dat elke gerichte pijl in ons raamwerk tegelijkertijd een dubbel gerichte pijl is, en dat je zo de hele graph door kunt lopen voor iteraties.

Een ander aspect van iteraties nemen we wél expliciet mee. In sectie 2.1.1 hebben we reeds gesproken over een drietal stadia die vaak gebruikt worden om de status en levensloop van producten aan te geven. De eerste beginnende fase noemen we 'Facade', de tweede convergerende fase noemen we 'Filled' en de laatste divergerende fase noemen we 'Focused'. Het principe is hier dus om eerst een beginnetje te maken, dan zo veel mogelijk mogelijkheden te selecteren en vervolgens deze verzameling zo ver mogelijk in te perken en te combineren tot je alleen de écht belangrijke elementen over hebt. Dit principe is erg logisch en wordt ook vaak gebruikt.

Dit soort iteraties nemen we dus wel expliciet mee in ons raamwerk, door simpelweg onderscheid te maken tussen de diverse stadia producten. Zo kunnen we een *strategy context* krijgen zoals hieronder in figuur 13 te zien is.



Figuur 13: grafische weergave expliciete iteraties binnen strategy context

Merk op dat we onszelf niet willen verplichten om voor elk product onderscheid tussen de drie fasen te maken. Met name de eerste fase ('Facade') is vaak te triviaal om expliciet op te noemen. Daarom gebruiken we dit aspect van iteraties enkel wanneer dit een duidelijke toegevoegde waarde heeft.

3.2.6 Doelen

Zoals gezegd zijn de doelen van een requirements engineer van het grootste belang. Je kunt namelijk wel een use case survey opstellen, maar dat doe je met een bepaalde reden. Als niet bekend is waarom je een product maakt, heeft het ook geen zin tijd in dat product te steken. Daarom zijn de doelen belangrijke, achterliggende redenen om een strategie uit te voeren, en dienen ze ook de nodige aandacht te krijgen binnen dit afstudeeronderzoek.

We onderscheiden verschillende soorten doelen, gebaseerd op een artikel waarin een raamwerk voor de kwaliteit van modelleren beschreven wordt (Van Bommel et al., 2007). Deze zeven doelen en de betekenissen daarvan zijn te vinden in tabel 14.

Doel	Betekenis
Usage goal	De intentie op basis van hoe en waarom het gebruikt wordt door de actoren zelf. Betreft bijvoorbeeld ook het leren werken met een systeem.
Creation goal	De intentie op basis van te ontwikkelen producten, zoals eindproducten, tussenproducten en hulpmateriaal. Kan een statusindicatie bevatten.
Grammar goal	De intentie op basis van het voldoen aan allerlei syntactische eisen. Legt restricties op de producten, en heeft daarom te maken met creation goals.
Validation goal	De intentie op basis van het feit dat de producten en processen wel valide dienen te zijn. Heeft ook te maken met interpretatie en argumentatie.
Interpretation goal	De intentie op basis van de zekerheid van actoren over in hoeverre ze het eens zijn over de interpretatie van bijvoorbeeld producten als use cases.
Argumentation goal	De intentie op basis van de argumentatie van of zelfs een bewijs over een bepaalde keuze in het proces. Deze zijn vaak impliciet.
Abstraction goal	De intentie op basis van het bereiken van het juiste niveau van abstractie. Het is echter zeer moeilijk om hier exact de vinger op te leggen.

Tabel 14: lijst met doelen en hun betekenis

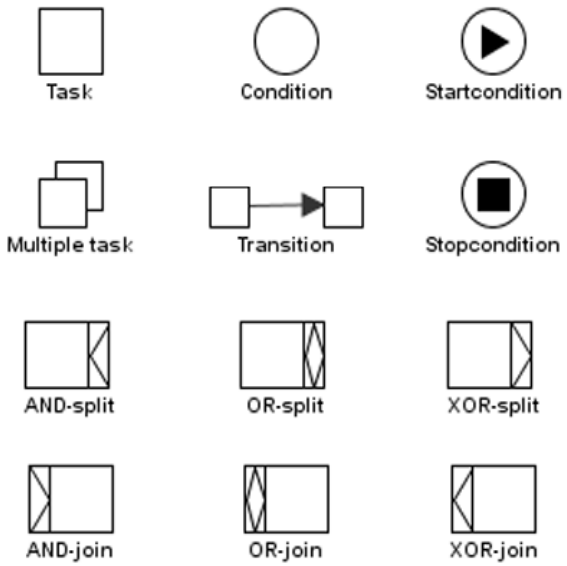
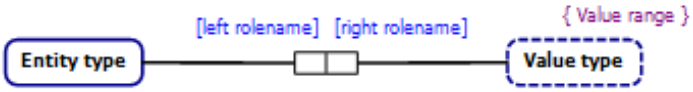
3.2.7 Een volledig opgebouwde activiteit

In voorgaande secties hebben we de definitie van ons raamwerk deeltje voor deeltje opgebouwd. In deze sectie presenteren we ten behoeve van het overzicht nogmaals het raamwerk, maar dan in één grote schematische weergave. Zie hiervoor de volledige *activity* in tabel 15.

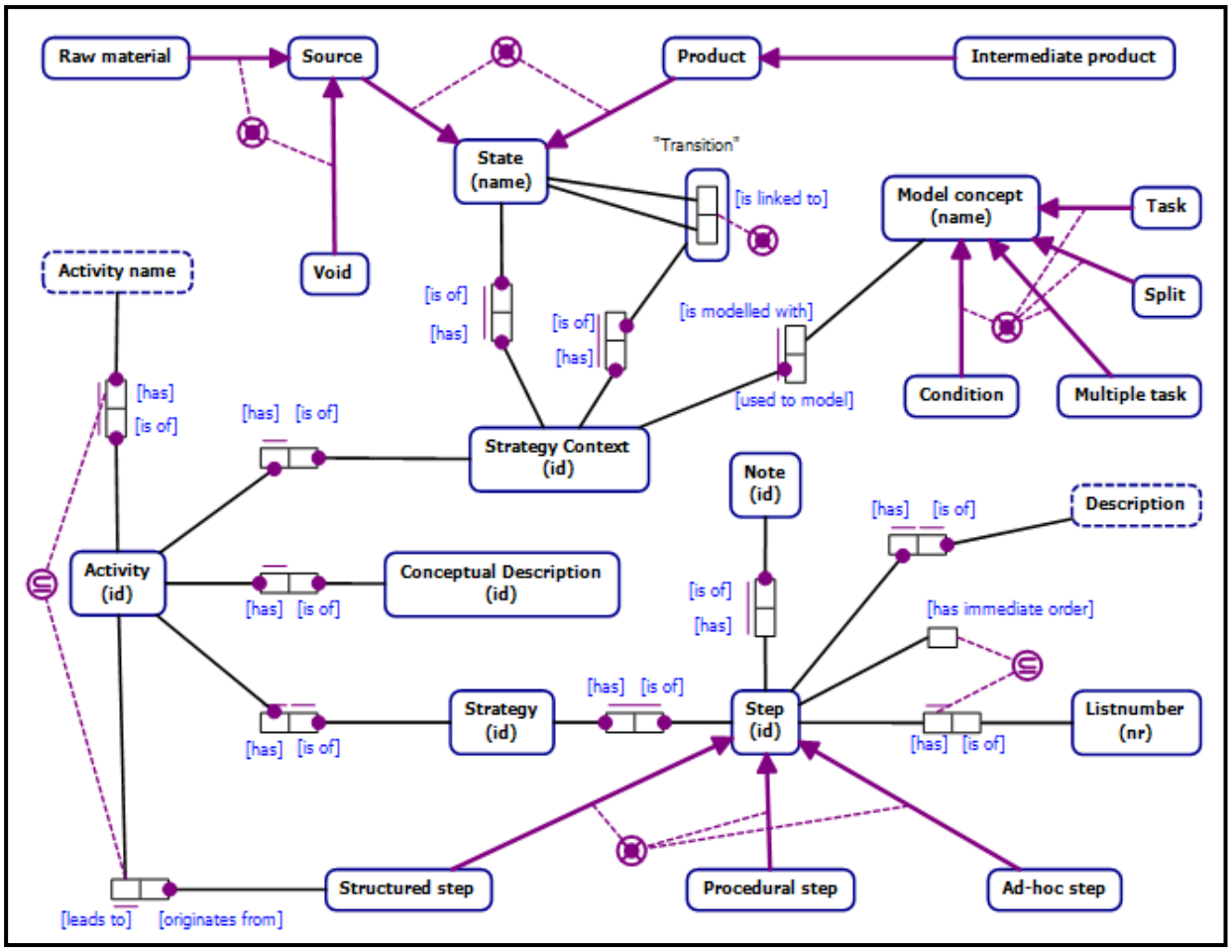
3.2.8 Meta-model

In deze laatste subsectie van de definitie completeren we ons raamwerk door een metamodel te presenteren van de concepten en relaties die in het raamwerk voorkomen. Zie hiervoor figuur 14.

Het doel van dit metamodel is om de gebruiker het raamwerk zo goed mogelijk te laten begrijpen. Daarom is de database die we gebruiken voor het interactieve systeem niet helemaal opgebouwd volgens dezelfde concepten en relaties. Zie hiervoor wederom sectie 4.2.

Activity name
Strategy context 
Strategy - Ad-hoc step with no order 1.Procedural step with order • Note 1 • Note 2 ***2. Structured step with immediate order**
Conceptual description 

Tabel 15: grafische weergave volledig opgebouwde activity



Figuur 14: meta-model raamwerk

3.3. Plaatsing aan de hand van literatuurstudie

De derde deelvraag zullen we beantwoorden via een literatuurstudie. We zijn hierbij voornamelijk op zoek gegaan in het vakgebied van de method engineering. Dit deel van de scriptie was open-ended. We wisten niet in hoeverre er literatuur beschikbaar was over een onderzoek dat lijkt op wat wij willen gaan doen. Gelukkig hebben we wel enkele artikelen kunnen vinden. Daarmee kunnen we ons raamwerk plaatsen ten opzichte van 'the state of the art' van andere raamwerken, en lering trekken uit de daarin door andere onderzoekers gebruikte concepten en relaties. Onderzoekstechnisch maakt dit het zeer nuttig om de overeenkomsten en verschillen tussen ons raamwerk en de andere raamwerken te ontdekken. Dat zullen we daarom hier ook gaan doen.

Nog verder in te vullen.

4. De specificatie

De vierde en laatste deelvraag is de specificatie van een in onze ogen gedegen requirements engineering. Dit alles volgens het raamwerk dat we zelf zojuist hebben gedefinieerd. Het hele stelsel van strategieën kan dienen als een hulpmiddel bij het bedrijven van requirements engineering.

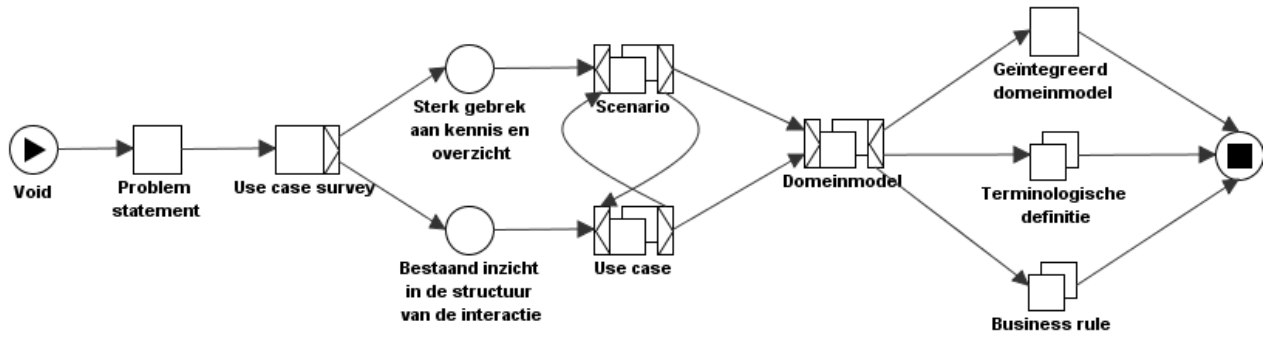
De complete specificatie is ontstaan aan de hand van een aantal workshops met ons en onze begeleider, die tevens de docent van de cursus 'Requirements Engineering' aan onze universiteit is. Dit proces is goed te vergelijken met een modelleersessie waarbij wij de modelleurs zijn en de docent de informant en domeinexpert is. Uiteindelijk hebben deze sessies geleid tot een geheel aan activiteiten waarmee het vakgebied van het maken van een requirements analyse goed afgedekt is.

We zullen beginnen met een uitwerking op papier. In sectie 4.2 beschrijven we vervolgens een interactieve online versie van deze specificatie.

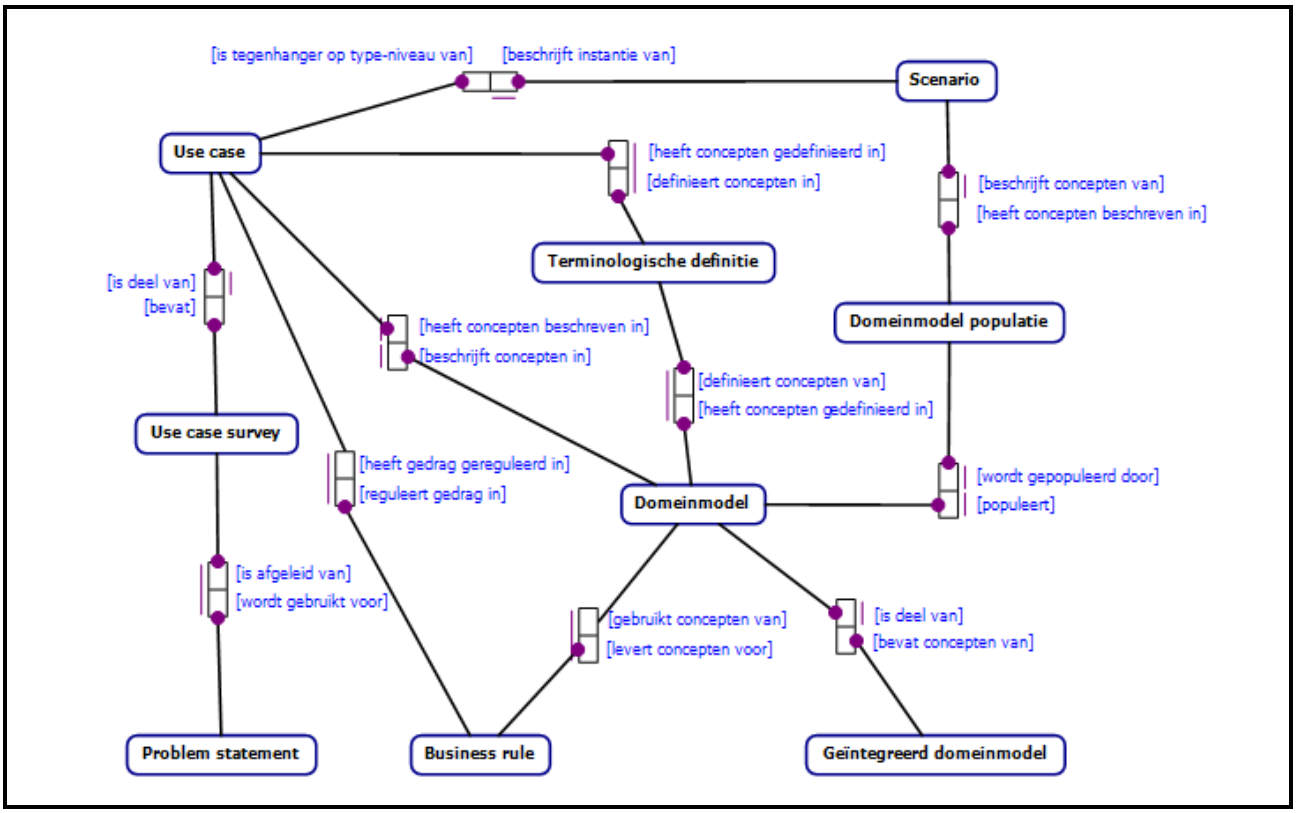
4.1. Uitwerking volgens het raamwerk

Hieronder zullen we alle activiteiten uit de totale specificatie van het concrete proces van requirements engineering op papier weergeven. We beginnen hiermee met de activiteit van het hoogste niveau. Vervolgens gaan we depth-first verder met alle daarin voorkomende gestructureerde stappen. De verschillende niveaus geven we hiermee aan via inspringen.

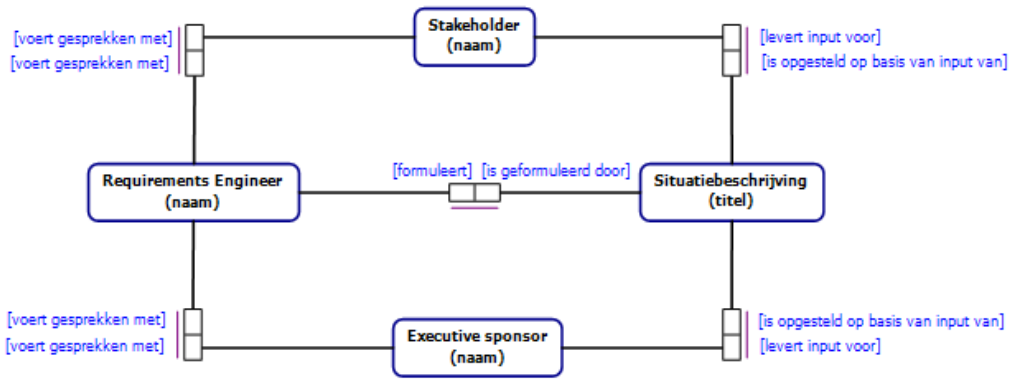
Een requirements analyse maken



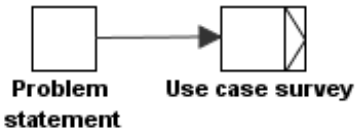
1. Een problem statement maken
2. Een use case survey maken
3. Een use case maken vanuit een use case survey EN
Een scenario maken vanuit een use case
3. Een scenario maken vanuit een use case survey EN
Een use case maken vanuit een scenario
4. Een domeinmodel maken vanuit een use case
4. Een domeinmodel maken vanuit een scenario
5. Een terminologische definitie maken
6. Een business rule maken
7. Een geïntegreerd domeinmodel maken



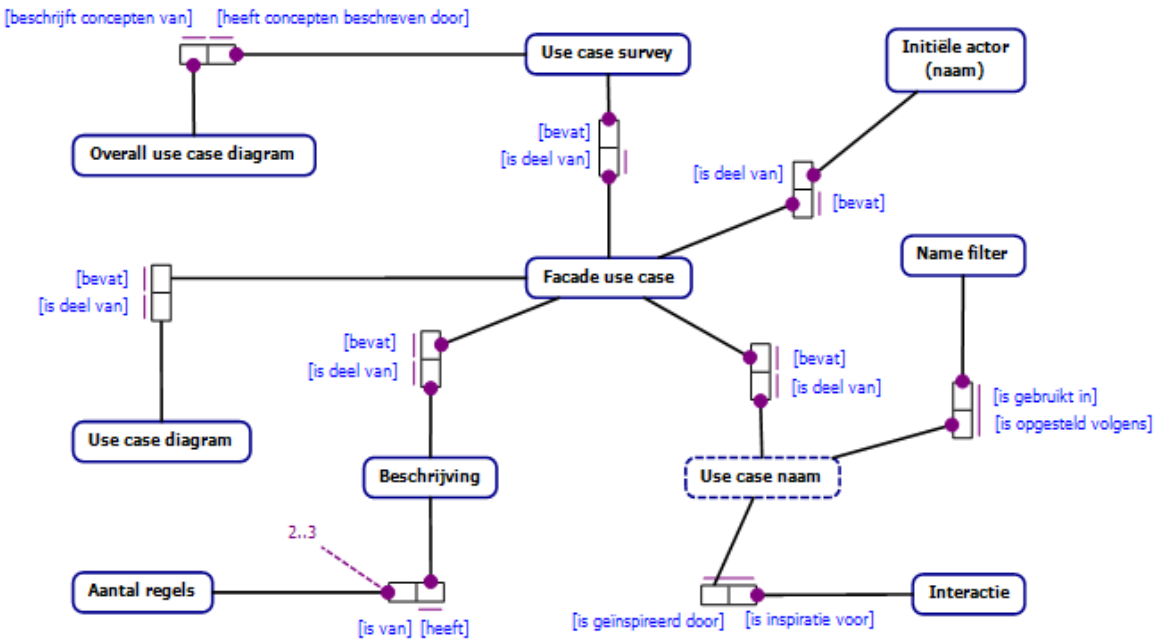
Een problem statement maken

1. Gesprekken voeren met stakeholders en de executive sponsor 1. Een situatiebeschrijving maken 2. De situatiebeschrijving formuleren als een negatieve ‘why’-vraag


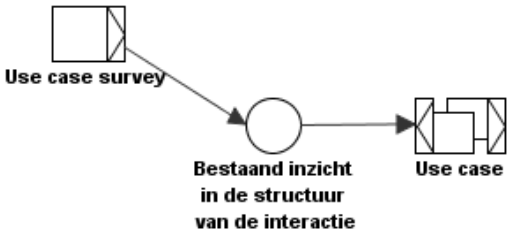
Een use case survey maken



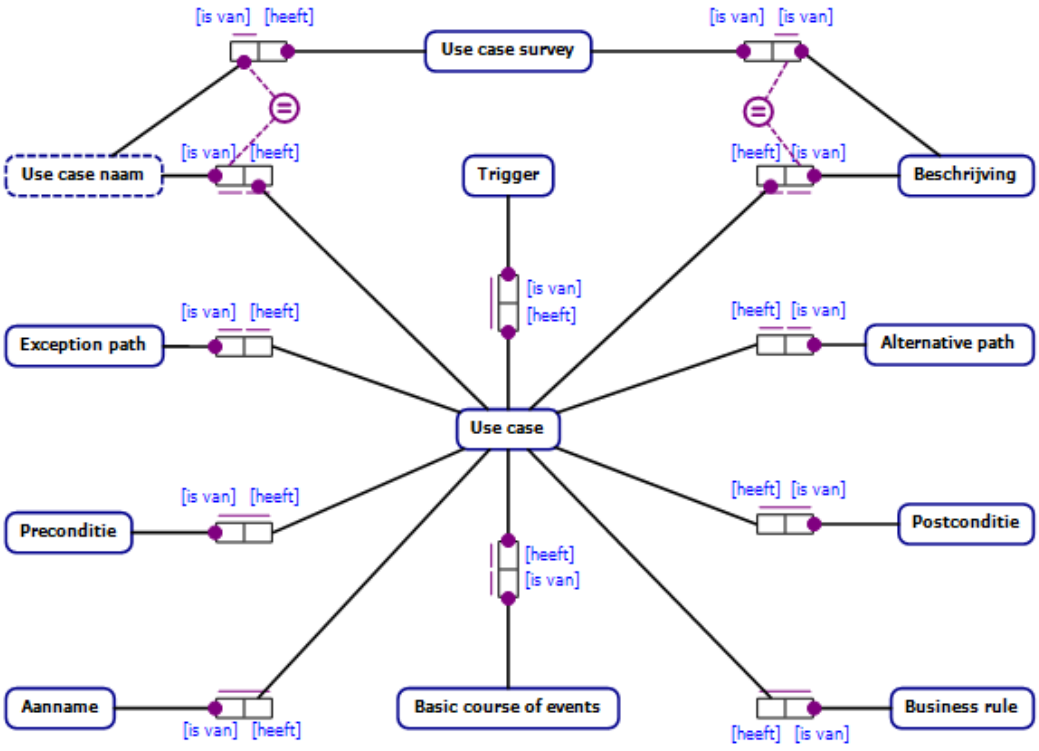
1. Duidelijke afzonderlijke interacties benoemen
    - Streef naar compleetheid binnen een bewust bepaalde scope
2. Een lijst van use case namen opstellen
    - Gebruik een use case name filter (Kulak & Guiney, 2000, p. 86)
3. Een initiële actor benoemen per use case
4. Een beschrijving benoemen per use case
    - Maak de beschrijving niet langer dan 2-3 regels
5. Een overall use case diagram maken



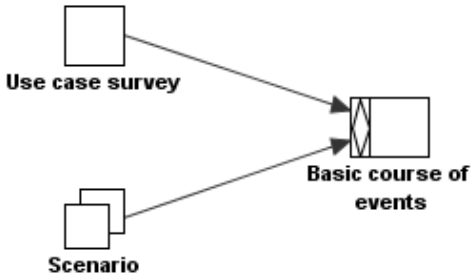
Een use case maken vanuit een use case survey



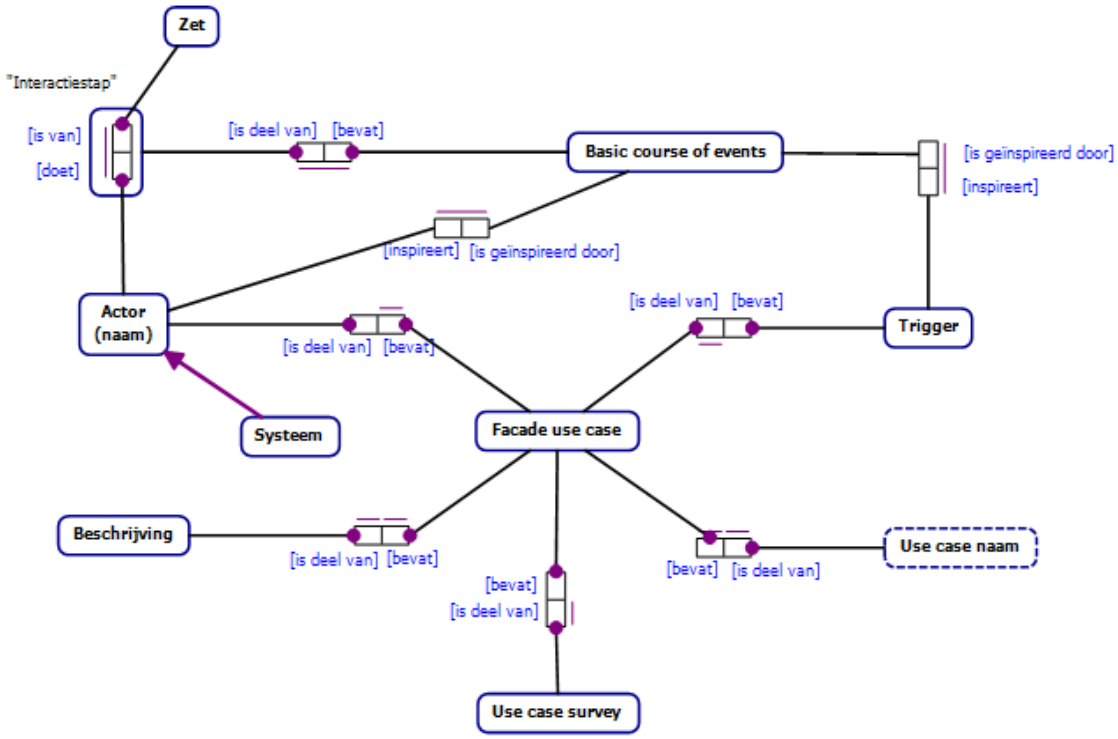
1. De naam en beschrijving van de use case importeren vanuit de use case survey
2. Een basis course of events maken
3. Een alternative path maken
4. Een exception path maken
5. De trigger(s) beschrijven
6. De preconditie(s) beschrijven
   - Kijk naar relevante basis courses of events en bepaal aan welke voorwaarden voldaan moet worden voor de interactie uitgevoerd kan worden
   - Besef dat een preconditie niet hetzelfde is als een trigger
7. De postconditie(s) beschrijven
   - Kijk naar relevante basis courses of events en bepaal aan welke voorwaarden voldaan moet zijn nadat de interactie uitgevoerd kan worden
8. De aanname(s) beschrijven
9. De gerelateerde business rule(s noemen
   - Noem enkel business rules die je al hebt, op dit moment hoef je er zelf nog geen op te stellen



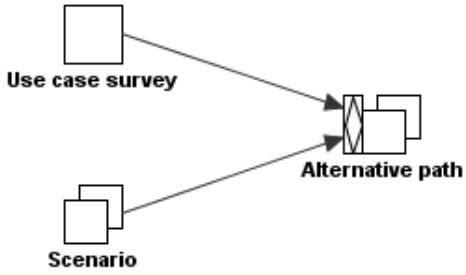
Een basis course of events maken



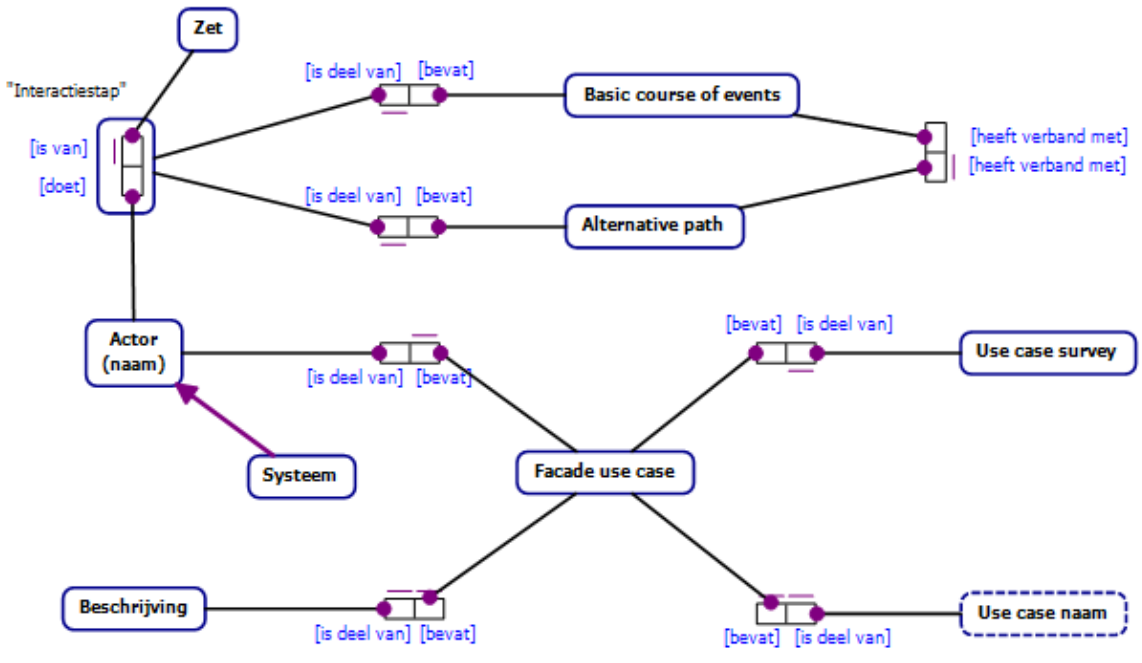
1. Naar de (indien aanwezig) initiële actor, naam en beschrijving in de use case survey kijken
2. Van de trigger(s) en de initiële actor(en) in de use case survey uitgaan
3. De eerste zet van de actor bedenken
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
4. De volgende zet bedenken, vanuit de actor of vanuit het systeem
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
5. Hiermee doorgaan totdat je een volledige basic course of events hebt gemaakt
   - Houd eventueel vast rekening met alternative paths en exception paths



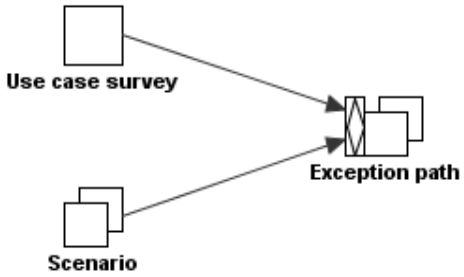
Een alternative path maken



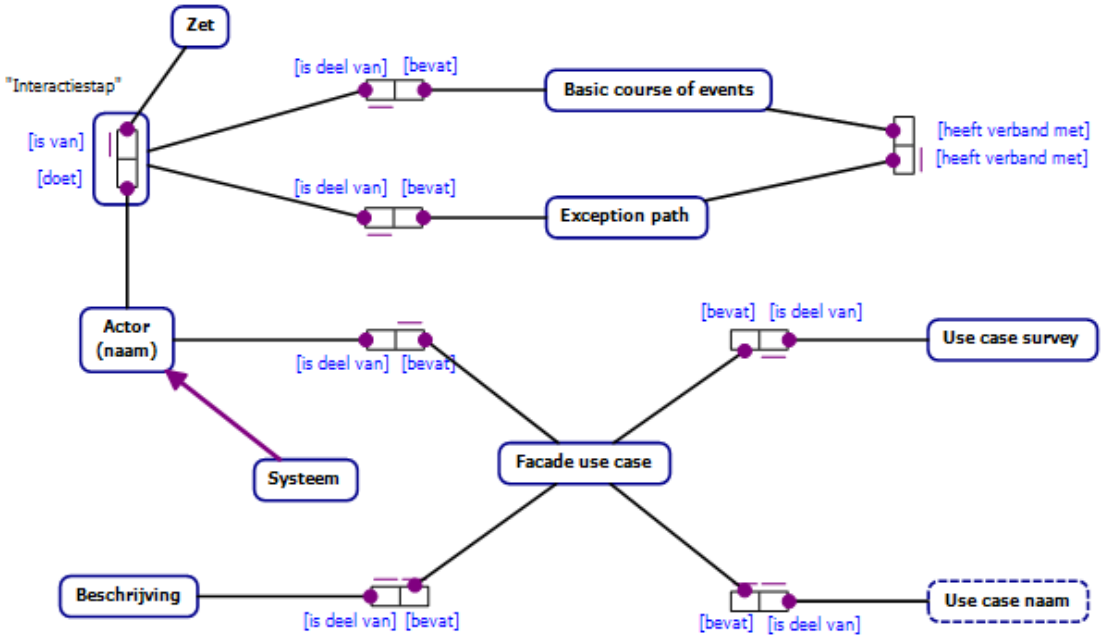
1. Naar de (indien aanwezig) initiële actor, naam en beschrijving in de use case survey kijken
2. Van de niet meest voorkomende en voor de hand liggende gevallen uitgaan, met uitzondering van de gevallen waarin er iets fout gaat
   - Zorg dat er een expliciet en duidelijk verband bestaat tussen de basic course of events en het alternative path
3. De eerste zet van de actor bedenken
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
4. De volgende zet bedenken, vanuit de actor of vanuit het systeem
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
5. Hiermee doorgaan totdat je een volledig alternative path hebt gemaakt



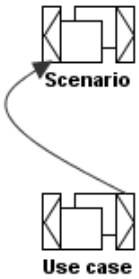
Een exception path maken



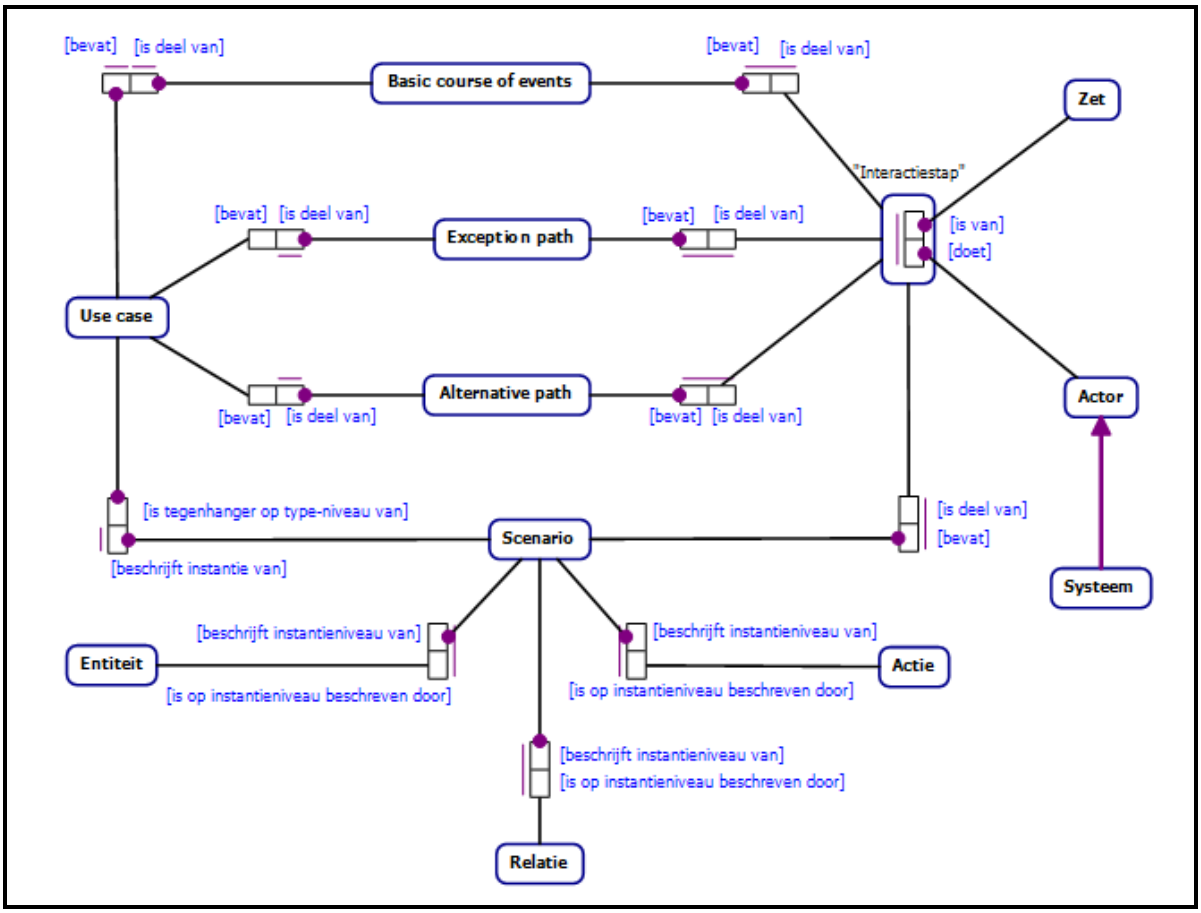
1. Naar de (indien aanwezig) initiële actor, naam en beschrijving in de use case survey kijken
2. Van de gevallen waarin er iets fout gaat uitgaan, met uitzondering van de niet meest voorkomende en voor de hand liggende gevallen
   - Zorg dat er een expliciet en duidelijk verband bestaat tussen de basic course of events en het exception path
3. De eerste zet van de actor bedenken
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
4. De volgende zet bedenken, vanuit de actor of vanuit het systeem
   - Schrijf deze zet op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Kijk bij twijfel in het bijbehorende scenario, of maak zelf een bijbehorend scenario
5. Hiermee doorgaan totdat je een volledig exception path hebt gemaakt



Een scenario maken vanuit een use case

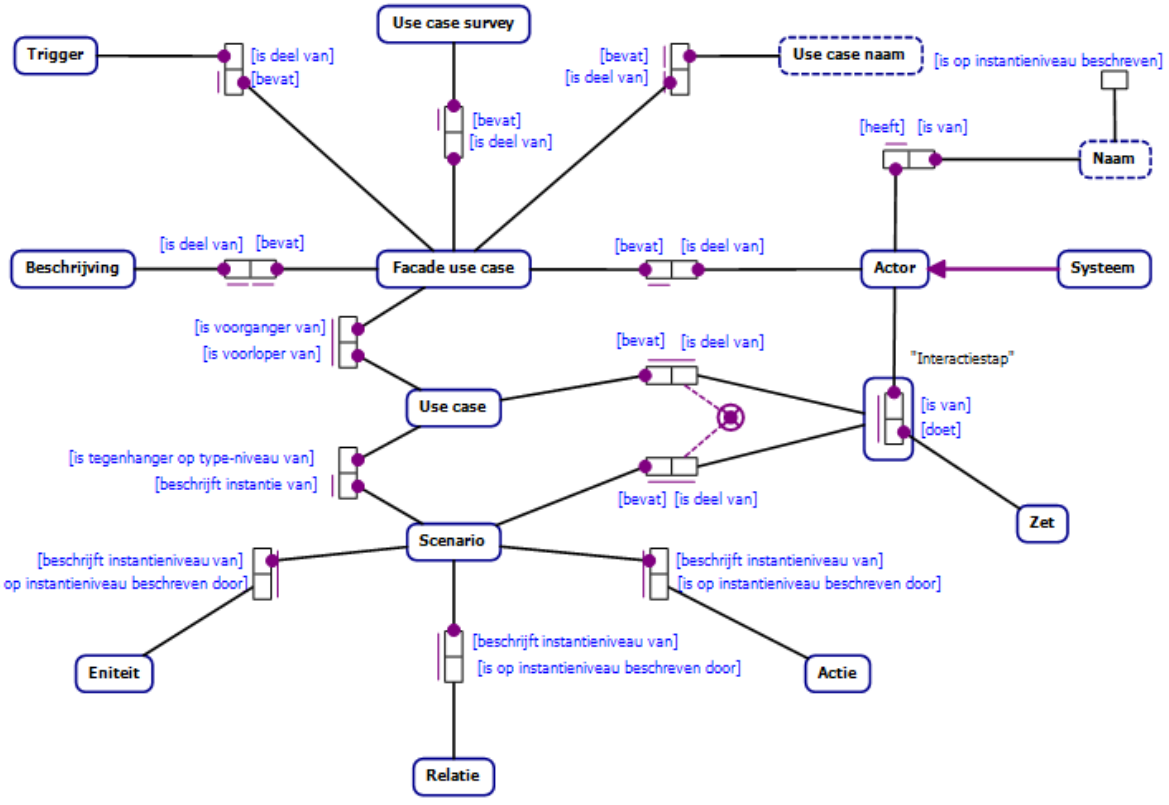


1. Van de basis course of events van de betreffende use case uitgaan
2. Precies vertellen welke interacties er tussen de actor en het systeem plaatsvinden in de volgorde waarin ze plaatsvinden
   - Schrijf dit op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Refereer aan de interacties volgens hetzelfde systeem als in de use case
   - Let op dat een scenario instantieniveau beschrijft van alle entiteiten, acties en relaties
3. Het bedenken of er nog andere relevante scenario’s te maken zijn bij deze basic course of events
4. Van de alternative paths van de betreffende use case uitgaan
5. Precies vertellen welke interacties er tussen de actor en het systeem plaatsvinden in de volgorde waarin ze plaatsvinden
   - Schrijf dit op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Refereer aan de interacties volgens hetzelfde systeem als in de use case
   - Let op dat een scenario instantieniveau beschrijft van alle entiteiten, acties en relaties
6. Het bedenken of er nog andere relevante scenario’s te maken zijn bij deze alternative paths
7. Van de exception paths van de betreffende use case uitgaan
8. Precies vertellen welke interacties er tussen de actor en het systeem plaatsvinden in de volgorde waarin ze plaatsvinden
   - Schrijf dit op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Refereer aan de interacties volgens hetzelfde systeem als in de use case
   - Let op dat een scenario instantieniveau beschrijft van alle entiteiten, acties en relaties
9. Het bedenken of er nog andere relevante scenario’s te maken zijn bij deze exception paths

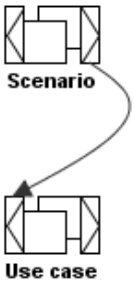

[bevat]
[is deel van]
Basic course of events
[bevat]
[is deel van]
Zet
"Interactiestap"
[bevat]
[is deel van]
Exception path
[bevat]
[is deel van]
[is van]
[doet]
Use case
[bevat]
[is deel van]
Alternative path
[bevat]
[is deel van]
Actor
[is tegenhanger op type-niveau van]
[beschrijft instantie van]
Scenario
[is deel van]
[bevat]
Systeem
[beschrijft instantieniveau van]
Entiteit
[is op instantieniveau beschreven door]
[beschrijft instantieniveau van]
Actie
[is op instantieniveau beschreven door]
[beschrijft instantieniveau van]
[is op instantieniveau beschreven door]
Relatie

Een scenario maken vanuit een use case survey

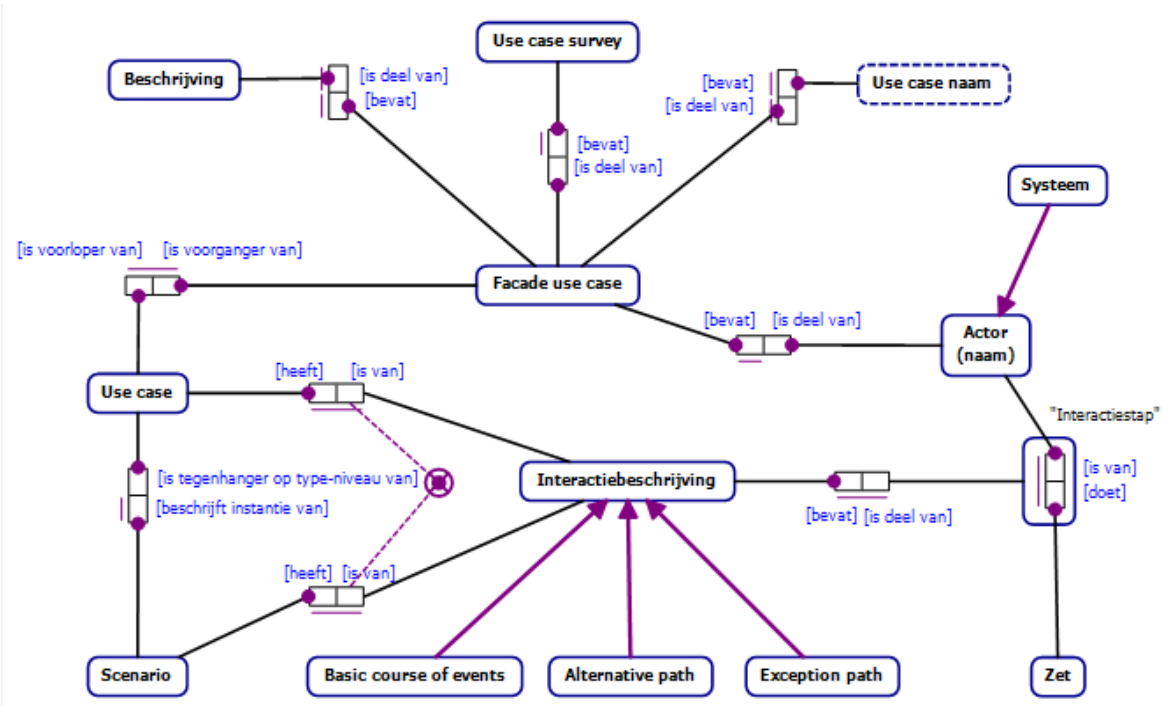
1. Naar de (indien aanwezig) initiële actor, naam en beschrijving in de use case survey kijken
2. Van de trigger(s) en de initiële actor(en) in de use case survey uitgaan
3. Een voorbeeld geven van een specifieke actor (een instantie) die de rol van (initiële) actor zou kunnen vervullen
4. Precies vertellen welke interacties er tussen de actor en het systeem plaatsvinden in de volgorde waarin ze plaatsvinden
   - Schrijf dit op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
   - Indien de bijbehorende use case bekend is, refereer dan aan de interacties volgens hetzelfde systeem als in de use case
   - Let op dat een scenario instantieniveau beschrijft van alle entiteiten, acties en relaties
5. Het bedenken of er nog andere relevante scenario’s te maken zijn en deze activiteit nogmaals uitvoeren indien dit zo is



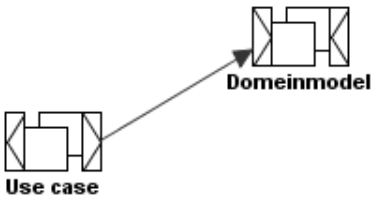
Een use case maken vanuit een scenario



1. De naam en beschrijving van de use case importeren vanuit de use case survey
2. Het scenario lezen en daarbij de stapsgewijze interacties onderscheiden die je aantreft
3. Deze interacties op typeniveau beschrijven en eventueel typenamen verzinnen voor entiteiten, acties en relaties die in het scenario op instantieniveau zijn beschreven
   - Schrijf dit op in termen van een interactie, met werkwoorden als “zegt..”, “leest..”, “geeft aan..” etcetera
4. Het bedenken of deze interactiebeschrijving een basic course of events, alternative path of exception path betreft en ze als zodanig benoemen
5. Eventueel naar het volgende scenario binnen deze use case gaan

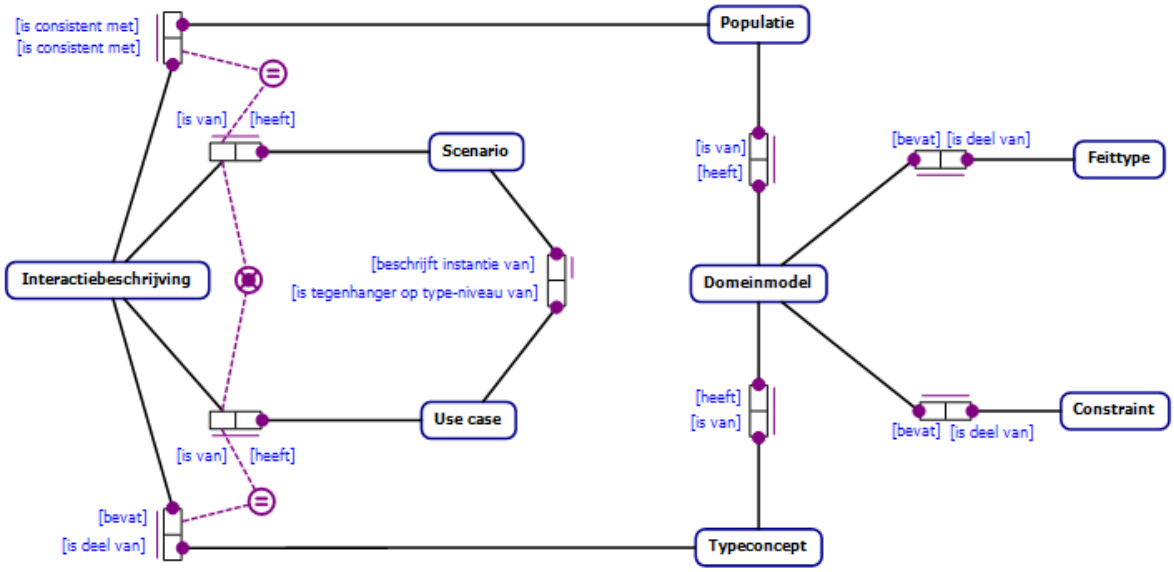


Een domeinmodel maken vanuit een use case

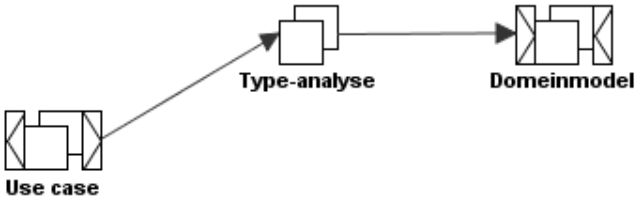


1. Relevante typeconcepten identificeren in een use case
2. De feittypen maken
3. Een voorbeeldpopulatie maken
- Doe dit consistent met de scenario's

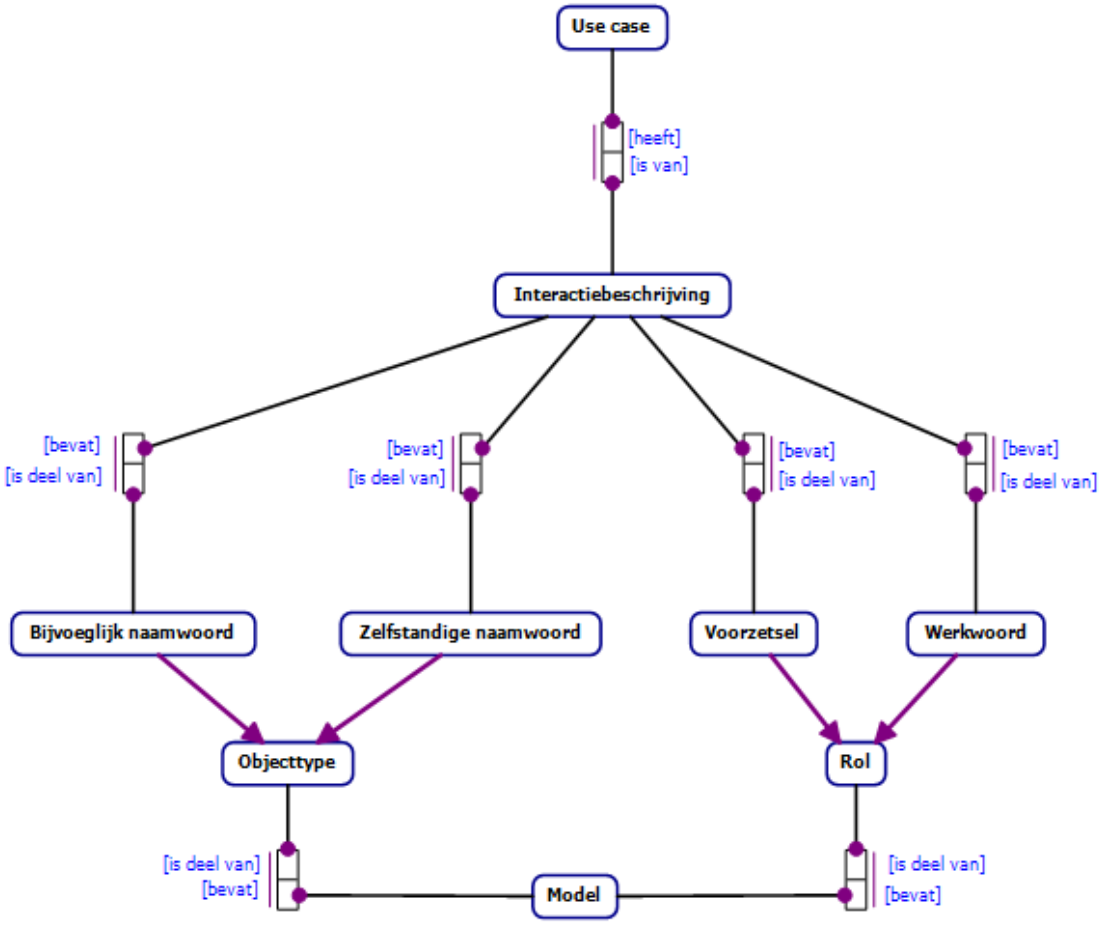
4. De constraints completeren



Relevante typeconcepten identificeren in een use case

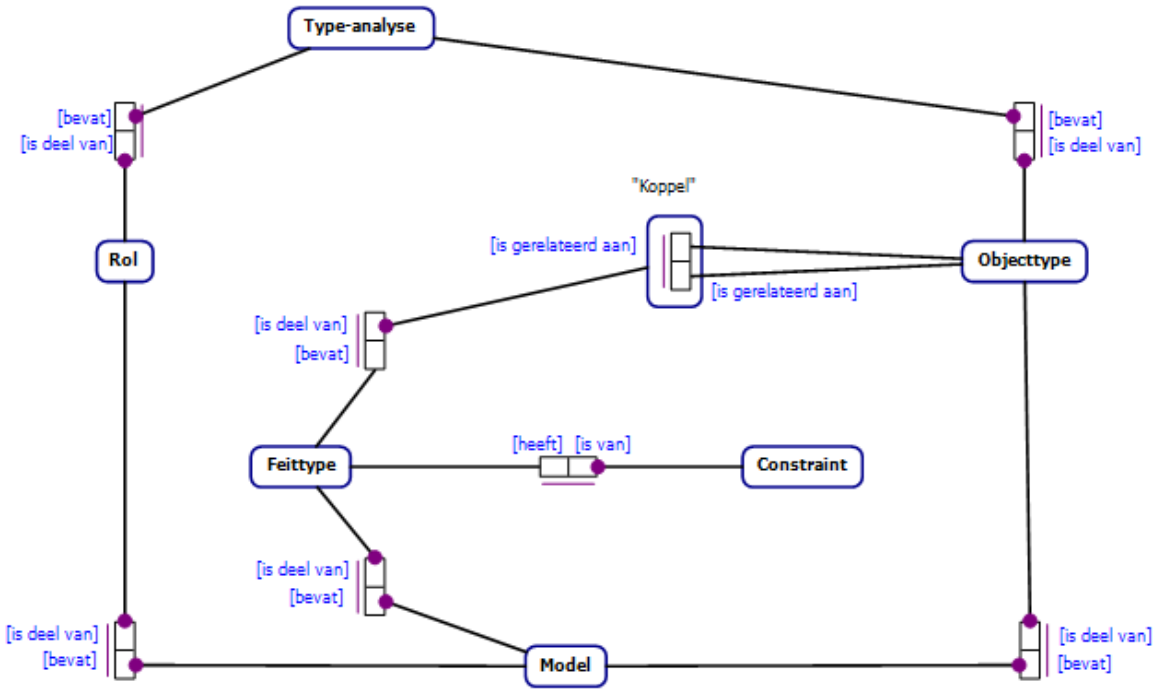


1. Zelfstandige naamwoorden en eventueel bijvoeglijke naamwoorden (de objecttypen) vinden
   - Deze objecten moeten voorkomen in de interactiebeschrijvingen
2. Relevante werkwoorden en voorzetsels (de rollen) vinden
   - Dit zijn typisch interactiewerkwoorden
3. Op verborgen concepten controleren, zoals relevante werkwoorden die er niet helemaal uitzien als interactiewerkwoorden, bijvoorbeeld omdat de use case niet deugt

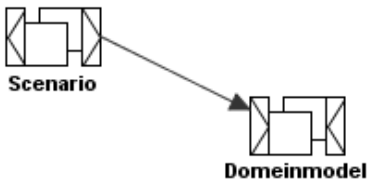


De feittypen maken

1. De koppels van objecttypen enerzijds en rollen anderzijds selecteren
2. De naamgeving van rollen in twee richtingen benoemen
3. De constraints toevoegen waar je ze cruciaal vindt
4. Op mogelijke uitbreidingen controleren van feittypen met twee rollen naar feittypen met meerdere rollen (oftewel het samenvoegen van 'binary facttypes')

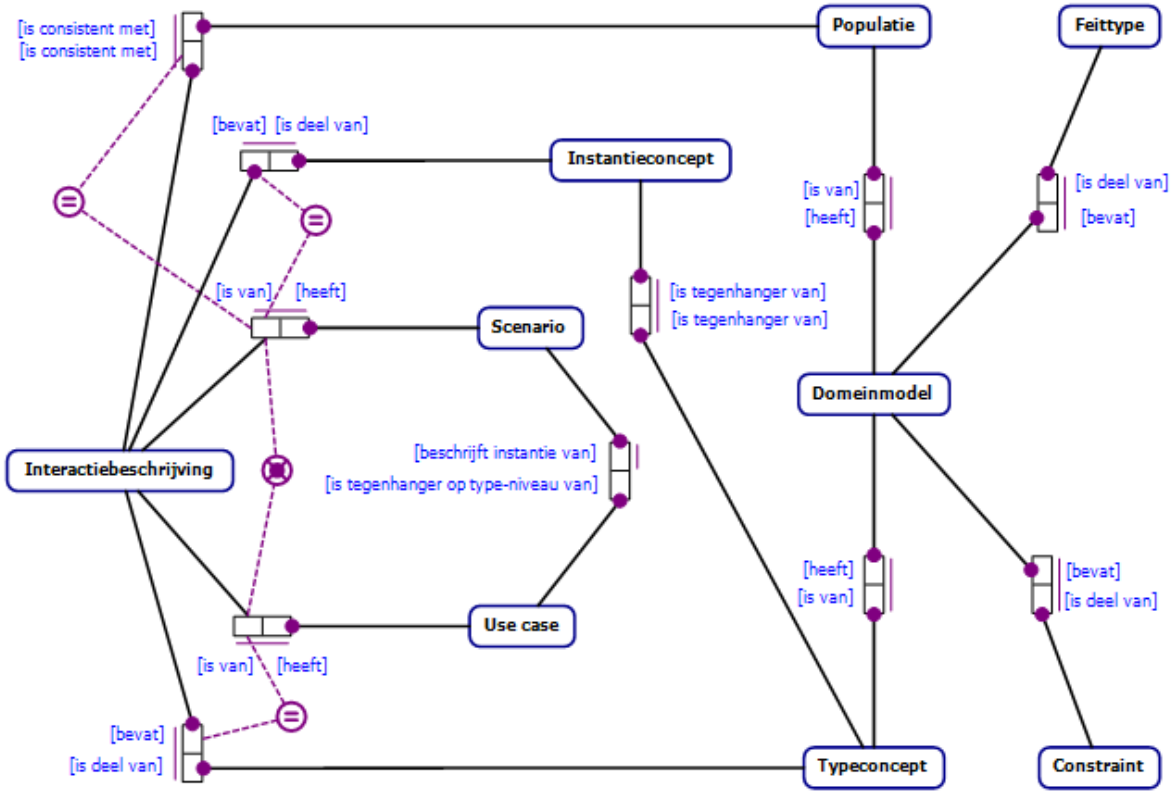


Een domeinmodel maken vanuit een scenario

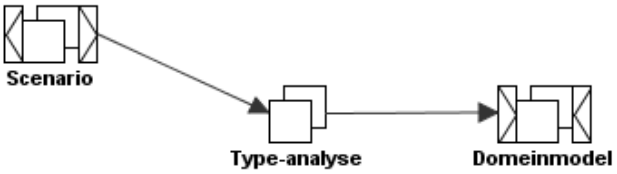


1. Relevante instantieconcepten identificeren in een scenario
2. De feittypen maken
3. Een voorbeeldpopulatie maken
- Doe dit consistent met de scenario's

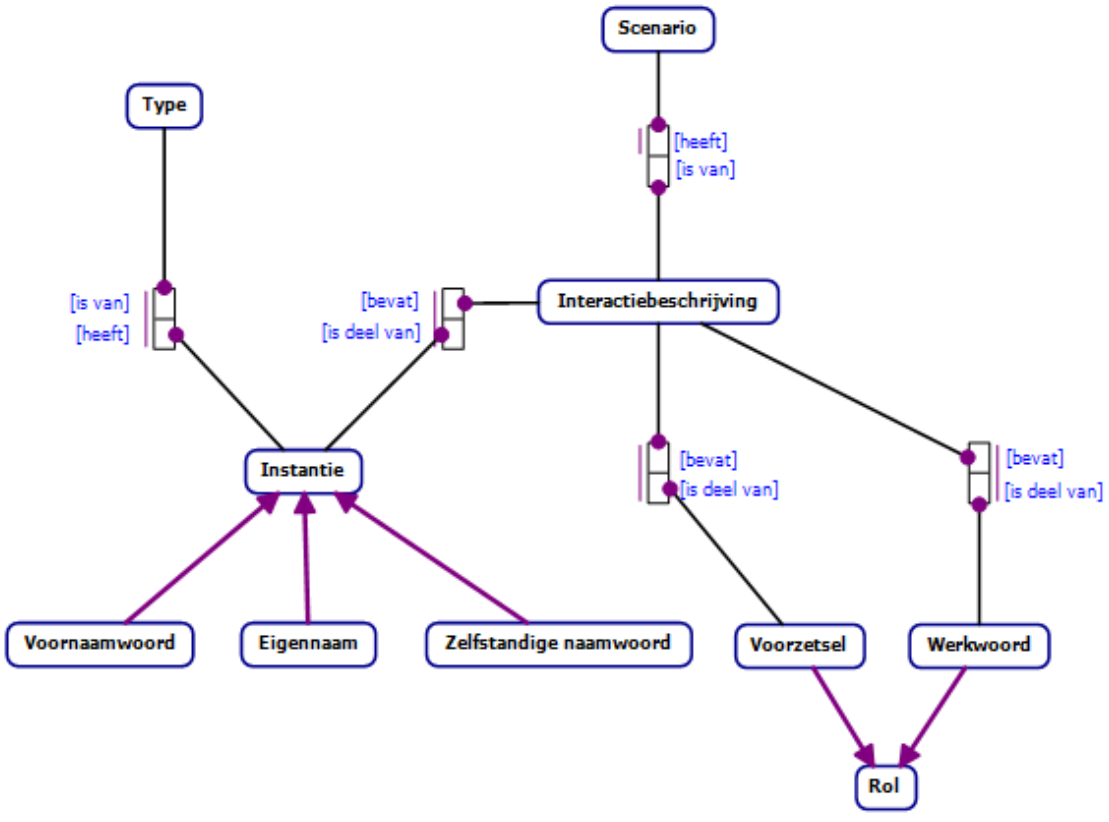
4. De constraints completeren



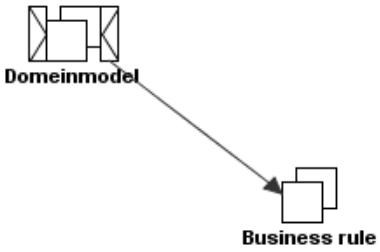
Relevante typeconcepten identificeren in een scenario



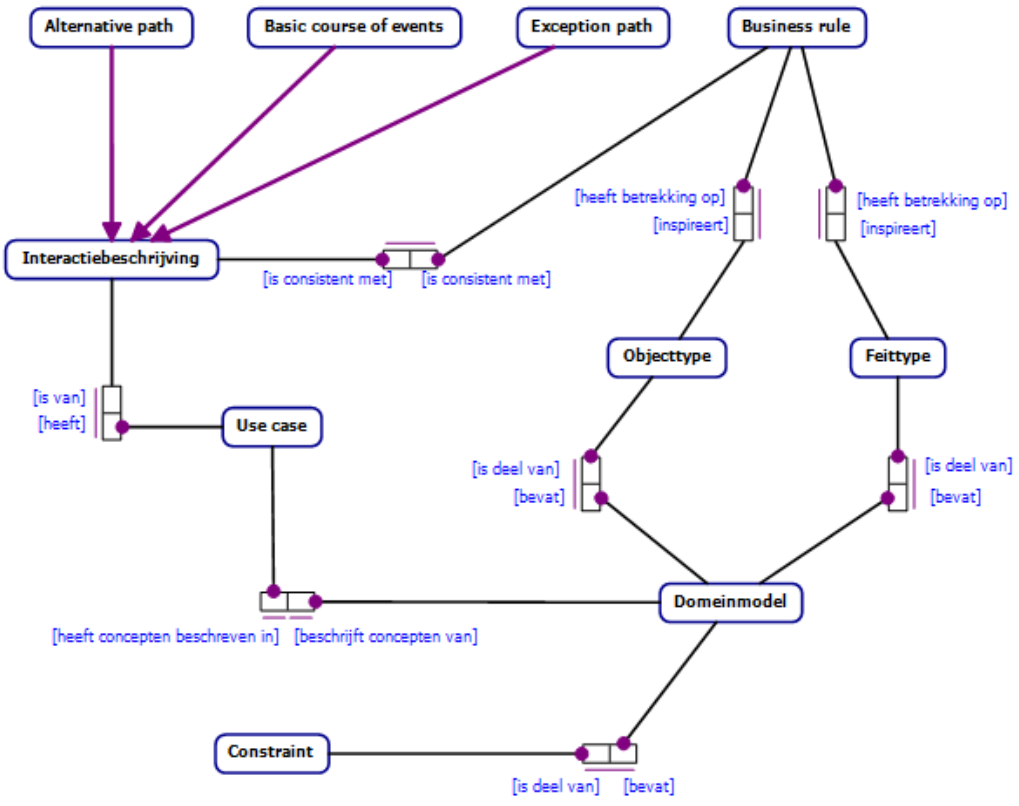
1. Relevante werkwoorden en voorzetsels (de rollen) vinden
   - Dit zijn typisch interactiewerkwoorden
2. Eigennamen, voornaamwoorden en zelfstandige naamwoorden (de instanties) identificeren, die behoren bij de werkwoorden en voorzetsels uit stap 1
3. De instanties uit stap 2 typeren door te bedenken van welk type ze zijn
   - Het gaat hier om de meest specifieke, relevante typering binnen het domein
4. Op verborgen concepten controleren, zoals relevante werkwoorden die er niet helemaal uitzien als interactiewerkwoorden, bijvoorbeeld omdat de use case niet deugt



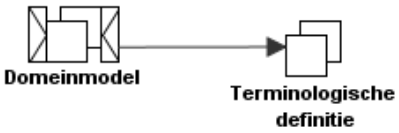
Een business rule maken



1. Een domeinmodel en de use case waaraan deze gekoppeld is erbij pakken
2. Voor elk object en feittype kijken of daar een inperkende regel op van toepassing is
   - Voeg deze regel toe naast bestaande constraints in het domeinmodel
3. Deze regel zo helder mogelijk verwoorden in natuurlijke taal
   - Gebruik voor deze verwoording de verbalisatie van objecttypen en rollen uit het domeinmodel
   - Probeer de formulering in natuurlijke taal zo veel mogelijk de structuur mee te geven van declaratieve expressies met logische operatoren
4. Objecttypen of feittypen toevoegen aan het domeinmodel, indien deze nodig zijn voor de uitdrukking van de regel en nog niet in het domeinmodel voorkomen
5. Ervoor zorgen dat de paden in de use cases (bij zowel de 'basic course of events' als de 'alternative paths' en de 'exception paths') overeenkomen met de relevante business rule, indien de regel consequenties heeft voor temporele structuren (processtructuren)
   - Vaak zal een schending van een business rule leiden tot exceptions



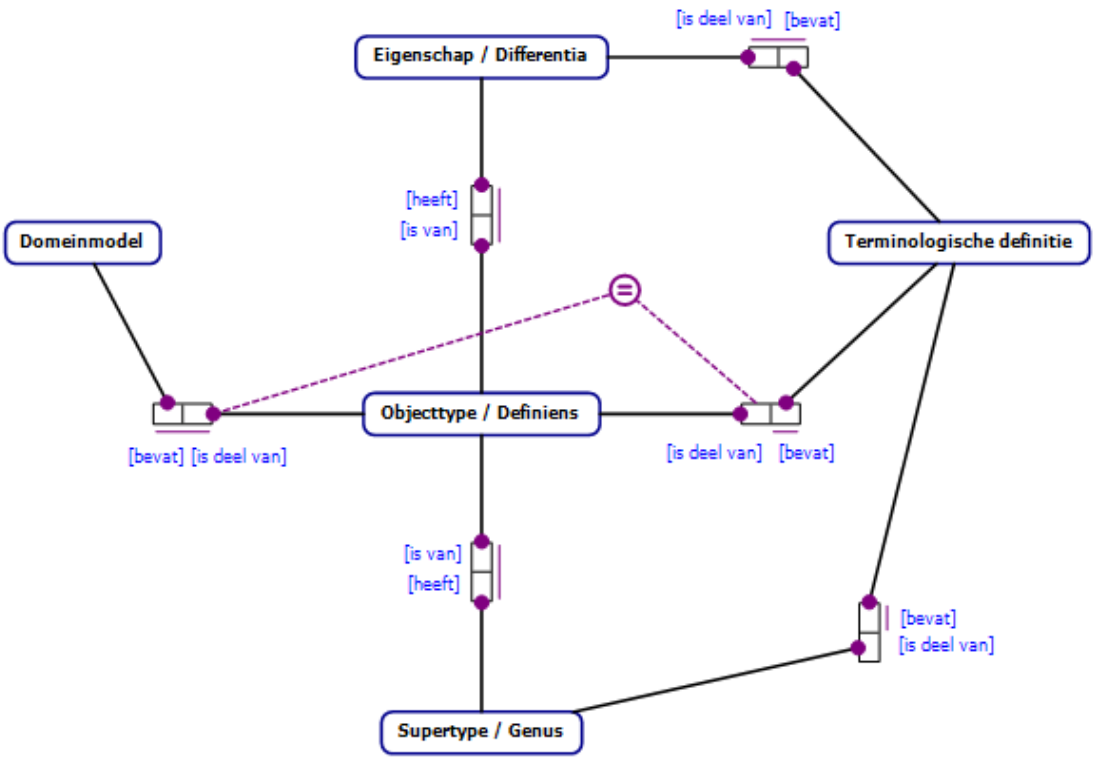
Een terminologische definitie maken



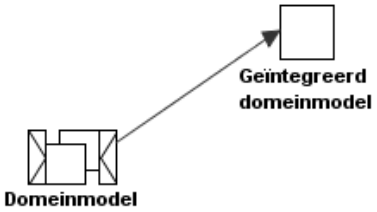
1. Naar een objecttype (‘definiens’) in je domeinmodel kijken en eventueel naar de use cases en business rules waar deze in voorkomt

2. Het supertype (‘genus’) bedenken waar het objecttype onder valt (de ‘is-a’-relatie)
   - Zorg ervoor dat dit type relevant en zo specifiek mogelijk is

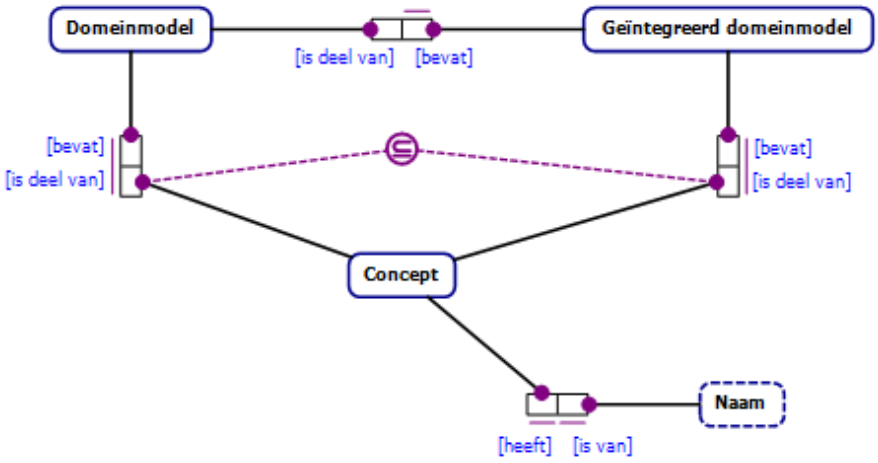
3. Eén of meer eigenschappen bedenken die dit objecttype onderscheiden van andere objecttypen binnen dit supertype
   - Zorg ervoor dat de onderscheidende eigenschappen (‘differentia’) echt bruikbaar zijn voor het maken van onderscheid
   - Probeer je te richten op essentiële eigenschappen



Een geïntegreerd domeinmodel maken



1. Alle domeinmodellen erbij pakken
2. Deze domeinmodellen samenvoegen in één groot domeinmodel, zodanig dat alle objecttypen hier slechts één keer in voorkomen
   - Probeer redundantie (het voorkomen van sterk op elkaar gelijkende concepten) te voorkomen
3. Indien de samenvoeging alleen lukt door conceptnamen te wijzigen, deze wijzigingen proberen door te voeren in de use cases, domeinmodellen etcetera



4.2. Interactieve uitwerking via een database

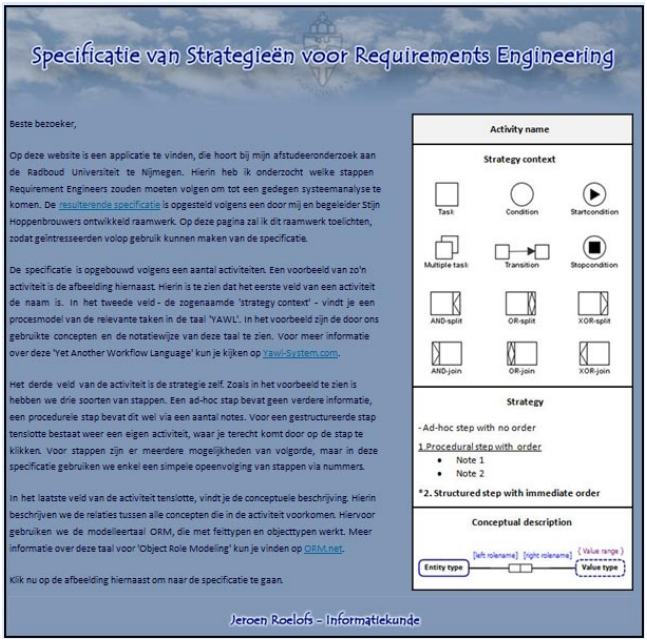
In de vorige sectie zijn alle activiteiten uit de specificatie van ons concrete proces van requirements engineering de revue gepasseerd. Tijdens het creëren van deze activiteiten kwamen we snel tot de conclusie dat het handig zou zijn om ook een soort van elektronische versie van de specificatie in elkaar te zetten. Dit had meerdere voordelen boven de papieren specificatie.

Allereerst is het zo dat we met een interactieve, elektronische uitwerking meer technische snufjes toe kunnen passen. In de papieren versie is het overzicht soms moeilijk te zien. Je kunt niet in één oogopslag zien waar de activiteiten nu staan die volgen uit bepaalde gestructureerde stappen. In de interactieve uitwerking kunnen we van gestructureerde stappen hyperlinks maken, waardoor je met één muisklik direct vanaf een gestructureerde stap bij de hieruit volgende activiteit terecht komt. Ook kunnen we bij elke activiteit automatisch laten aangeven wat de bovenliggende activiteiten zijn, zodat de structuur te allen tijde duidelijk blijft. Dit brengt de specificatie echt tot leven!

Voor het laten werken van deze online specificatie, dienden we gebruik te maken van een database. Ook dat is als een voordeel te beschouwen. Op deze manier dwingen we onszelf namelijk om alle activiteiten en de bijbehorende velden daarvan in het databasekeurslijf te persen. De structuur hiervan ligt vast, waardoor oneffenheden sneller aan het ligt komen. Zo is het niet mogelijk om een gestructureerde stap te maken zonder dat er een activiteit bestaat met dezelfde naam. Op deze wijze zijn er meerdere punten boven water gekomen die we wellicht niet hadden ontdekt zonder deze elektronische versie.

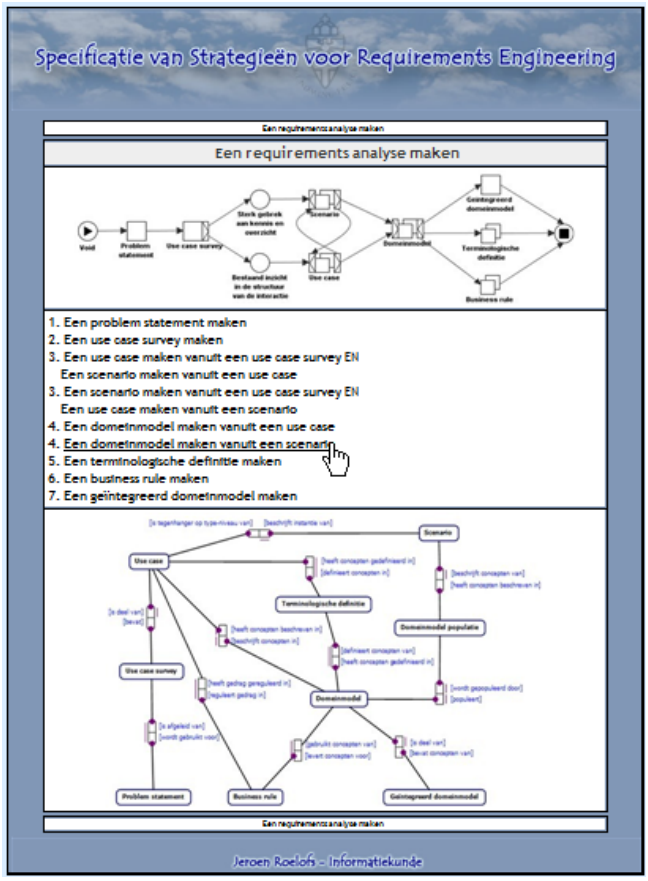
In deze masterscriptie willen we niet alleen verwijzen naar de pagina waarop deze online applicatie te vinden is. Allereerst hebben we in de eerste bijlage van dit document (zie sectie 8.1) beschreven hoe de database eruit ziet. Hierbij zijn de verschillende tabellen en de velden daarvan uiteengezet en is van elk veld beschreven waar het toe dient. In de tweede bijlage (zie sectie 8.2) is een deel van de programmatuur van de online applicatie te vinden. Het gaat hier om het deel waarmee de activiteiten uit de database gehaald worden. Maar naast deze bijlagen over de opbouw en structuur van de interactieve werking, laten we in het vervolg van deze sectie de lezer ook een aantal screenshots zien.

De online applicatie is te vinden via het adres ‘http://www.rhizon.nl/reqspec’. Op de eerste pagina waar je dan terecht komt, staat nogmaals in het kort uitgelegd hoe het raamwerk ook weer werkte. Tevens wordt er voor de *strategy context* en de *conceptual description* verwezen naar respectievelijk de website yawl-system.com en de website orm.net. Een screenshot van deze eerste pagina is te zien in figuur 15.



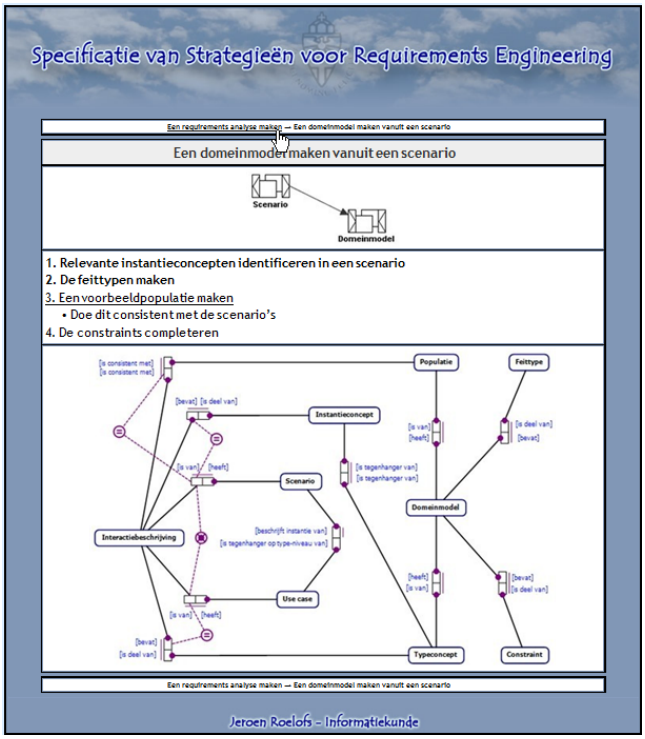
Figuur 15: voorpagina van online applicatie

Wanneer je vanaf deze pagina verder gaat, kom je terecht bij de eerste activiteit. Deze activiteit – ‘Een requirements analyse maken’ – zie je in figuur 16. Op deze afbeelding is precies dezelfde activiteit te zien zoals in de vorige sectie van dit hoofdstuk. Er is echter ook te zien dat de muiscursor zich boven de gestructureerde stap ‘Een domeinmodel maken vanuit een scenario’ bevindt. Hierbij komt het accent op deze gestructureerde stap te liggen en is tevens aan de muiscursor te zien dat het hier een link betreft. Wanneer de gebruiker op deze link klikt, komt hij of zij direct terecht bij de pagina waarop de ingezoomde activiteit staat waarin beschreven staat hoe je vanuit een domeinmodel een scenario dient te maken. Zo kun je door de hele specificatie heen navigeren.



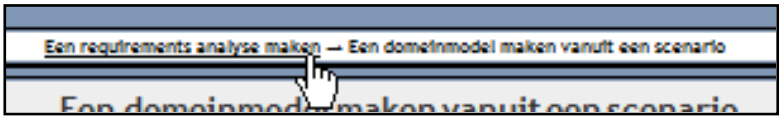
Figuur 16: activiteit binnen online applicatie

Figuur 17 hieronder toont nog een screenshot waarin de pagina te vinden is waar je terecht komt na het klikken op de link.



Figuur 17: activiteit na volgen gestructureerde stap binnen online applicatie

Naast de activiteiten is direct boven en onder ook nog een zogenaamde ‘locatiebalk’ te zien. Hierin wordt de plaats van de huidige activiteit in de structuur van de specificatie getoond. In figuur 18 is een ingezoomde afbeelding van deze locatiebalk te vinden. Hierin is direct te zien dat de activiteit ‘Een domeinmodel maken vanuit een scenario’ volgt uit een gestructureerde stap in de activiteit ‘Een requirements analyse maken’. Tevens is het mogelijk om direct naar deze bovenliggende activiteit toe te gaan door op deze link te klikken.



Figuur 18: locatiebalk online applicatie

Hiermee hebben we genoeg gezegd over de online uitwerking van de specificatie. Zoals eerder gezegd is deze applicatie te vinden op de website ‘http://www.rhizon.nl/reqspec’.

5. Discussie

Nog in te vullen.

6. Toekomstig werk

Eventueel kan er nog een extra laag over deze specificatie en daarmee dit onderzoek heen worden gelegd. We zouden namelijk de strategieën kunnen implementeren in een computersysteem, waardoor je een soort decision support system krijgt. Zo is bijvoorbeeld een kosten-baten analyse mogelijk. Hoewel dit niet binnen de scope van dit onderzoek valt, houden we de mogelijkheid wel open. We proberen hiervoor uitsluitend met technieken te werken die een formele basis hebben. Voorbeelden hiervan zijn graph-achtige structuren, 'Object Role Modelling' (ORM) en 'Yet Another Workflow Language' (YAWL).

+GAME-verhaal

Nog verder in te vullen.

7. Verklarende woordenlijst

Hoewel we zelf in dit document zoveel mogelijk proberen om geen afkortingen te gebruiken, gebeurt dit in de vakgebieden rondom ICT wel veelvuldig. Zowel in officiële artikelen als in wat ruwere literatuur kom je afkortingen tegen. Om het overzicht niet te verliezen, presenteren we hieronder in tabel 16 een lijst met veel gebruikte afkortingen.

Afkorting	Betekenis
BCoE	Basic Course of Events
BR	Business Rules
BRC	Business Rules Catalog
ConQuer	Conceptual Query
DB	Database
DM	Domain Model
DMP	Domain Model Population
FNWI	Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
GDM	Generic Domain Model
GUCD	Generic Use Case Diagram
IRIS	Information Retrieval and Information Systems
LISA-D	Language for Information Structure and Access Description
NIII	Nijmeegs Instituut voor Informatica en Informatiekunde
NORMA	Neumont ORM Architect
ORC	Object Role Calculus
ORM	Object Role Modeling
PS	Problem Statement
RA	Requirements Analysis
RE	Requirements Engineering
RIDL	Reference and Idea Language
SC	Scenario
TD	Terminological Definition
UC	Use Case
UCS	Use Case Survey
UCD	Use Case Diagram
UML	Unified Modeling Language
YAWL	Yet Another Workflow Language

Tabel 16: verklarende woordenlijst

8. Bijlagen

Hier zijn twee bijlagen te vinden, behorende bij de online applicatie zoals beschreven in sectie 4.2.

8.1. Databasestructuur van de online applicatie

In deze sectie beschrijven we de drie tabellen waaruit de databasestructuur van de applicatie bestaat. Van elke tabel beschrijven we de bijbehorende velden, het type daarvan en leggen we onder 'opmerkingen' uit waar het veld toe dient.

8.1.1. Tabel 'activity'

In deze tabel beschrijven we de activiteiten uit de specificatie.

Veld	Type	Opmerkingen
id	int(11)	Een uniek identificatienummer
activity_name	varchar(100)	De naam van de activiteit
parent_activity	int(10)	ID van de gestructureerde stap boven deze activiteit
strategy_context	varchar(255)	Bestandsnaam van afbeelding van de strategy context
conceptual_description	varchar(255)	Bestandsnaam van afbeelding van de conceptuele beschrijving

Tabel 17: tabel 'activity'

8.1.2. Tabel 'activity_strategy'

In deze tabel beschrijven we de strategie van de activiteiten uit de specificatie.

Veld	Type	Opmerkingen
step_id	int(10)	Een uniek identificatienummer
activity_id	int(10)	ID van de activiteit waar de stap bij hoort
type	enum('ad-hoc', 'procedural', 'structural')	Het type van deze stap
step_description	varchar(255)	De beschrijving van de stap zelf
listnumber	int(10)	Het nummer van de volgorde van de stap
is_immediate	enum('yes', 'no')	Wel of geen onmiddelijke volgorde
has_followup	enum('yes', 'no')	Wel of geen samengestelde stap
child_activity	int(10)	ID van de activiteit waar een gestructureerde stap naar leidt

Tabel 18: tabel 'activity_strategy'

8.1.3. Tabel 'activity_notes'

In deze tabel beschrijven we de notes behorende bij procedurele stappen uit de specificatie.

Veld	Type	Opmerkingen
id	int(10)	Een uniek identificatienummer
step_id	int(10)	ID van de stap waar deze note bij hoort
note_description	varchar(255)	De beschrijving van de note zelf

Tabel 19: tabel 'activity_notes'

8.2. Programmatuur van de online applicatie

In deze sectie is in tabel 20 de programmeercode te vinden waarmee de activiteiten uit de database opgebouwd worden. Hoewel de online applicatie natuurlijk ook veel opmaak heeft in de vorm van html-bestanden, kiezen we ervoor enkel deze php-code weer te geven. Het geeft een goed beeld van hoe de databasestructuur er toe leidt dat de activiteiten juist op het web terechtkomen.

```
<?php
	include('connect.inc.php');
	$inputid = 1;

	if(isset($_GET['id']))
	{
		$inputid = $_GET['id'];
	}

	$query1 = "SELECT * FROM activity WHERE id = " .$inputid;
	$result1 = mysql_query($query1);

	$activityname = '';
	$strategycontext = '';
	$conceptualdescription = '';
	$activityid = '';
	$parentactivity = '';

	while($outcome1 = mysql_fetch_assoc($result1))
	{
		$activityname =  $outcome1['activity_name'];
		$strategycontext = '<img src="http://www.student.ru.nl/jeroenroelofs/MS/' .$outcome1['strategy_context'] .'">';
		$conceptualdescription = '<img src="http://www.student.ru.nl/jeroenroelofs/MS/' .$outcome1['conceptual_description'] .'">';
		$activityid = $outcome1['id'];
		$parentactivity = $outcome1['parent_activity'];
	}

	$location = '<a href="home.php?id=' .$activityid  .'">' .$activityname .'</a>' .$location;

	do
	{
		$query1a = "SELECT * FROM activity WHERE id = " .$parentactivity;
		$result1a = mysql_query($query1a);

		while($outcome1a = mysql_fetch_assoc($result1a))
		{
			$location = '<a href="home.php?id=' .$outcome1a['id'] .'">' .$outcome1a['activity_name'] .'</a> &rarr; ' .$location;
			$parentactivity = $outcome1a['parent_activity'];
		}
	} while($parentactivity != '0');

	$query2 = "SELECT * FROM activity_strategy WHERE activity_id = " .$activityid ." ORDER BY listnumber, step_id" ;
	$result2 = mysql_query($query2);

	$strategy = '';
	$is_followup = false;

	while($outcome2 = mysql_fetch_assoc($result2))
	{
		$closing = '<br>';
		$strategy .= '';

		if($outcome2['type'] == 'procedural')
		{
			$strategy .= '<u>';
		}

		else if($outcome2['type'] == 'structural')
		{
			$strategy .= '<b>';
		}

		if(!$is_followup)
		{
			if($outcome2['is_immediate'] == 'yes')
			{
				$strategy .= '*';
			}

			if($outcome2['listnumber'] == '0')
			{
				$strategy .= '- ';
			}
```

```
                                        else
                                        {
                                                $strategy .= $outcome2['listnumber'] .'. ';
                                        }
                                }

                                if($outcome2['has_followup'] == 'yes')
                                {
                                        $closing = ' EN ' .$closing . '&amp;nbsp;&amp;nbsp;&amp;nbsp;';
                                        $is_followup = true;
                                }

                                else
                                {
                                        $is_followup = false;
                                }

                                if($outcome2['type'] == 'structural')
                                {
                                        $strategy .= '<a href="home.php?id=' .$outcome2['child_activity'] .'">';
                                }

                                $strategy .= $outcome2['step_description'];

                                if($outcome2['type'] == 'procedural')
                                {
                                        $query3 = "SELECT * FROM activity_notes WHERE step_id = " .$outcome2['step_id'] ." ORDER BY id" ;
                                        $result3 = mysql_query($query3);

                                        $followingprocedural = false;

                                        while($outcome3 = mysql_fetch_assoc($result3))
                                        {
                                                if(! $followingprocedural)
                                                {
                                                        $strategy .= '</u><br><div style="padding-left: 20px;">';
                                                }

                                                $strategy .= '•&amp;nbsp;' .$outcome3['note_description'] .'<br>';
                                                $followingprocedural = true;
                                        }

                                        $strategy .= '</div>';
                                       $closing = '';
                                }

                                else if($outcome2['type'] == 'structural')
                                {
                                        $strategy .= '</a></b>' .$closing;
                                }

                                else if($outcome2['type'] == 'ad-hoc')
                                {
                                        $strategy .= $closing;
                                }
                        }
?>
```

Tabel 20: programmatuur online applicatie

9. Zakenregister

10. Literatuur

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *Unified Modeling Language User Guide.* Boston: Addison-Wesley Professional.

Halpin, T. (2001). *Information Modeling and Relational Databases Publishers.* San Francisco: Morgan Kaufmann.

Hoppenbrouwers, S., Proper, E., & Van der Weide, T. (2005). Fact Calculus: Using ORM and Lisa-D to Reason About Domain. In R. Meersman, Z. Tari, & P. Herrero (Red.), *On the Move to Meaningful Internet Systems : OTM Workshops. 3762*, pp. 720–729. Cyprus: Lecture Notes in Computer Science.

Jones, C. (1996). *Applied Software Measurement: Assuring Productivity and Quality* (2nd ed.). New York: McGraw Hill.

Kruchten, P. (2000). *From waterfall to iterative lifecycle - a tough transition for project managers.* Whitepaper, Rational Software Corporation.

Kulak, D., & Guiney, E. (2000). *Use Cases: Requirements in Context* (2nd ed.). New York: ACM Press.

Meersman, R. (1982). *The RIDL Conceptual Language. .* International Centre for Information Analysis Services. Brussel: Control Data Belgium, Inc.

Mirbel, I., & Ralyte, J. (2006). Situational method engineering: combining assembly-bsaed and roadmap-driven approaches. *Requirements Engineering , 11*, 58-78.

Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. (2000). Requirements engineering: a roadmap. (A. Finkelstein, Red.) *The Future of Software Engineering* .

Proper, E. (1994). *ConQuer - 92 - The revised report on the conceptual query language LISA–D.* University of Queensland, Asymetrix Research Laboratory. Queensland: Brisbane.

Ter Hofstede, A., Proper, E., & Van der Weide, T. (1993). Formal definition of a conceptual language for the description and manipulation of information models. *Information Systems , 18* (7), 489–523.

Van Bommel, P., Hoppenbrouwers, S., & Proper, E. (2007). QoMo: a modelling process quality framework based on SEQUAL. *In Proceedings of the Workshop on Evaluating Modeling Methods for Systems Analysis and Design (EMMSAD'07), held in conjunctiun with CAiSE 2007 (forthcoming).*

Van Bommel, P., Hoppenbrouwers, S., Proper, E., & Van der Weide, T. (2007). A Rule-Based Approach to Method Modelling.

Van der Aalst, W., & Ter Hofstede, A. (2005). YAWL: Yet Another Workflow Language. *Information Systems , 30* (4), 245-275.