

Specificatie opdracht 2b: bord

20 maart 2009

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Specificatie	2
2.1	Initialisatie	2
2.1.1	Bord	2
2.1.2	Thuisvak speler 1	2
2.1.3	Speler 1	2
2.1.4	Thuisvak speler 2	3
2.1.5	Speler 2	3
2.1.6	Hintvak	3
2.1.7	Rotatietransportbanden	3
2.1.8	Status aan view	4
2.2	Verloop	4
2.2.1	Verplaatsen speler 1	4
2.2.2	Verplaatsen speler 2	4
2.2.3	Rotatietransportband	5
2.2.4	Hintvak	5
2.3	Terminatie	6
3	Protocol	6
3.1	Definities	6
3.2	Protocolfout	6
3.3	Verbinding opzetten	6
3.4	Handshake	7
3.5	Playing	7
3.5.1	Verplaatsen Speler 1	7
3.5.2	Draaien Speler 2	7
3.5.3	Verplaatsen Speler 2	7
3.5.4	Locatie	7
3.5.5	Status	8
3.5.6	Terminatie	8
4	INI-File structuur	8
5	Flowchart communicatie	9

1 Inleiding

Jullie gaan het bord van een bordspel implementeren. Op dit bord bevinden zich twee spelers die zich over het bord verplaatsen. Die twee spelers worden geïmplementeerd door een ander groepje, via een controller worden berichten ontvangen en verstuurd. Het bord bestaat onder andere uit thuisvakken, hintvakken en rotatietransportbanden. Het doel van de spelers is om zo snel mogelijk op hun eigen thuisvak te komen. De spelers weten hierbij niet waar dat thuisvak zich bevindt of waar ze zich bevinden ten opzichte van verschillende onderdelen op het bord. Hintvakken kunnen helpen bij het bereiken van een thuisvak, deze hintvakken geven aan in welke richting het thuisvak van de speler die er op staat zich bevindt. Rotatietransportbanden kunnen een speler naar een willekeurige plek op het bord verplaatsen, zonder dat de speler hiervan weet. Ook de oriëntatie van de speler kan veranderen door een rotatietransportband. Van jullie wordt een applicatie verwacht, alsmede de broncode van dit programma. Communicatie vindt plaats via een TCP verbinding. Er mogen alleen berichten worden verstuurd wanneer in de specificatie staat dat er een bericht mag worden verstuurd, alle berichten moeten volgens het protocol worden verstuurd. Het is de bedoeling dat jullie een uitvoerbaar bestand (.exe) opleveren, samen met de (goed becommentarieerde) broncode in Delphi Pascal.

Deze specificatie bestaat uit vier onderdelen; de specificatie van het bord, het protocol, een specificatie van een door ons aangeleverd INI-bestand en ten slotte nog een flowchart ter verduidelijking van de communicatie met de controller. De specificatie van het bord bestaat uit drie onderdelen; initialisatie, verloop en terminatie. In de initialisatie wordt beschreven hoe alle componenten van het bord geïnitieerd moeten worden, in het verloop staat beschreven wat er gebeurt wanneer een speler een zet doet en in de terminatie staat beschreven wanneer het spel beëindigd is. In het protocol staat uitgelegd hoe de communicatie verloopt.

2 Specificatie

2.1 Initialisatie

Bij de initialisatie worden alle componenten van het spel aangemaakt. Deze componenten zijn: het bord, speler 1, speler 2, thuisvak speler 1, thuisvak speler 2, hintvakken, rotatietransportbanden. Na de initialisatie moet verbinding met de controller worden gemaakt zoals beschreven in het protocol.

2.1.1 Bord

Het bord is een rechthoek van m bij n vakken, waarbij moet gelden $m \in \mathbb{N}$ en $m < 100$ en $n \in \mathbb{N}$ en $n < 100$, verder geldt dat elk vakje van type \$ is, waarbij type \$ gedefinieerd is als

$$\text{\$} = \{\text{thuisvak speler 1}|\text{thuisvak speler 2}|\text{hintvak}|\text{rotatietransportbandvak}|\text{normaal vak}\}$$

Het bord is opgedeeld in vakken, waarbij het vak met de coördinaten (1,1) het vak helemaal linksonder in het bord is.

2.1.2 Thuisvak speler 1

Er wordt één thuisvak (e, f) voor speler 1 willekeurig gekozen, met $0 < e \leq m$ en $0 < f \leq n$. Dit thuisvak is statisch, vanaf de initialisatie tot aan de terminatie veranderen de coördinaten van dit vak niet.

2.1.3 Speler 1

Speler 1 wordt op een vak (a, b) geplaatst, met $0 < a \leq m$ en $0 < b \leq n$. Verder moet gelden dat Speler 1 bij de initialisatie niet op het thuisvak van speler 1 geplaatst mag worden, dus $\neg(a = e \wedge b = f)$. Speler 1 mag ook niet op een rotatietransportbandvak geplaatst worden.

2.1.4 Thuisvak speler 2

Er wordt één thuisvak (g, h) voor speler 2 willekeurig gekozen, met $0 < g \leq m$ en $0 < h \leq n$. Dit thuisvak is statisch, vanaf de initialisatie tot aan de terminatie veranderen de coördinaten van dit vak niet.

2.1.5 Speler 2

Speler 2 wordt op een vak (c, d) geplaatst, met $0 < c \leq m$ en $0 < d \leq n$. Speler 2 krijgt ook een willekeurige richting waarbij richting $\in \mathbb{D}$, met $\mathbb{D} = \{\text{boven}|\text{onder}|\text{links}|\text{rechts}\}$. Verder moet gelden dat Speler 2 bij de initialisatie niet op het thuisvak van speler 2 geplaatst mag worden, dus $\neg(c = g \wedge d = h)$. Speler 2 mag ook niet op een rotatietransportbandvak geplaatst worden.

2.1.6 Hintvak

Het aantal hintvakken, ofwel $\# \text{hintvakken}$ moet voldoen aan $\# \text{hintvakken} \geq \min(n, m)$. Verder moet gelden dat alle hintvakken binnen het bord vallen en dat er niet twee hintvakken op dezelfde plek vallen, dus voor ieder paar hintvakken (i, j) met coördinaten (T_i, U_i) en (T_j, U_j) moet gelden $0 < T_i \leq m$, $0 < U_i \leq n$, $0 < T_j \leq m$, $0 < U_j \leq n$ en $\neg(T_i = T_j \wedge U_i = U_j)$. Hintvakken zijn statisch, vanaf de initialisatie tot aan de terminatie veranderen de coördinaten van hintvakken niet.

Elk hintvak krijgt twee waarden. $\text{waarde}_1 \in \mathbb{D}$ geeft de richting van Thuisvak speler 1 aan, $\text{waarde}_2 \in \mathbb{D}$ geeft de richting van Thuisvak speler 2 aan. Voor een hintvak i op een vak (T_i, U_i) moet gelden

$$\begin{aligned} \text{waarde}_{1_i} &= \begin{cases} \text{rechts} & \text{als } T_i < e \\ \text{links} & \text{als } T_i > e \\ \text{onder} & \text{als } U_i > f \\ \text{boven} & \text{als } U_i < f \end{cases} \\ \text{waarde}_{2_i} &= \begin{cases} \text{rechts} & \text{als } T_i < g \\ \text{links} & \text{als } T_i > g \\ \text{onder} & \text{als } U_i > h \\ \text{boven} & \text{als } U_i < h \end{cases} \end{aligned}$$

Indien aan meerdere eisen wordt voldaan kunnen waarde_{1_i} en waarde_{2_i} beide slechts één van de mogelijke waarden krijgen.

2.1.7 Rotatietransportbanden

Een rotatietransportband heeft een startvak, als een speler daarop komt wordt die speler verplaatst naar een ander vak binnen het spel. Er zijn in totaal β rotatietransportbanden. Voor een rotatietransportband j met startvak op vak (V_j, W_j) en eindvak op vak (X_j, Y_j) moet gelden $1 < V_j < m$ en $0 < X_j \leq m$ en $1 < W_j < n$ en $0 < Y_j \leq n$ voor alle $0 < j \leq \beta$. De verzameling \mathbb{F} bestaat uit de startvakken van de rotatietransportbanden, de verzameling \mathbb{E} bestaat uit de eindvakken van de rotatietransportbanden. Verder moet gelden dat geen enkel eindvak van een rotatietransportband gelijk is aan een startvak van een rotatietransportband. Dus $\forall_{v,w,x,y} [(V, W) \in \mathbb{F}, (X, Y) \in \mathbb{E} : \neg(V = X \wedge W = Y)]$. Ook moet gelden dat als ergens een startvak van een rotatietransportband ligt, er geen startvak van een rotatietransportband in een omliggend vakje mag liggen. Dus $\forall_{v,w} [(V, W) \in \mathbb{F} : (V-1, W) \notin \mathbb{F} \wedge (V-1, W-1) \notin \mathbb{F} \wedge (V-1, W+1) \notin \mathbb{F} \wedge (V, W-1) \notin \mathbb{F} \wedge (V, W+1) \notin \mathbb{F} \wedge (V+1, W) \notin \mathbb{F} \wedge (V+1, W-1) \notin \mathbb{F} \wedge (V+1, W+1) \notin \mathbb{F}]$

2.1.8 Status aan view

De controller moet de huidige status van het bord kennen. Nadat er een verbinding bestaat tussen het bord en de controller zal de controller verzoek 3.5.5.1 sturen. Hierop dienen een aantal antwoorden teruggestuurd te worden. Allereerst dient antwoord 3.5.5.2 met de grootte van het bord teruggestuurd te worden. Hierbij geldt dat x gelijk is aan m en y gelijk is aan n . Hierna moet voor elk speciaal vak bericht 3.5.5.3 verstuurd worden. Hierbij geeft *type* aan van welk type het vak is en x en y geven de coördinaten van het vak. Onder speciale vakken worden verstaan: hintvakken (HINT), beginvakken van rotatietransportbanden (TRANSPORT), het thuisvak van speler 1 (END1) en het thuisvak van speler 2 (END2). Na het versturen van berichten voor alle genoemde speciale vakken dient de positie van speler 1 met bericht 3.5.5.4 doorgegeven te worden, gevolgd door de positie van speler 2 met bericht 3.5.5.5. Hierna kunnen er weer normale verzoeken binnenkomen.

2.2 Verloop

Tijdens het spel verplaatsen Speler 1 en Speler 2 zich over het bord. Tijdens het spel gelden ten alle tijden de volgende invarianten:

Invariant 1: Speler 1 bevindt zich op een vak (o, p) met $0 < o \leq m$ en $0 < p \leq n$

Invariant 2: Speler 2 bevindt zich op een vak (q, r) met $0 < q \leq m$ en $0 < r \leq n$

Via de controller komen verzoeken tot verplaatsen van de spelers binnen, dit gebeurt via berichten volgens het protocol. Het bord bepaalt per verzoek tot verplaatsing of die verplaatsing legaal is. Het al dan niet legaal zijn van de verplaatsingen wordt bepaald als volgt:

Als en alleen als na uitvoering van de verplaatsing alle invarianten blijven gelden, is de verplaatsing legaal.

Als de verplaatsing legaal is, wordt de speler verplaatst. Na een verzoek tot verplaatsing wordt een bericht teruggestuurd volgens het protocol.

2.2.1 Verplaatsen speler 1

Speler 1 wordt per beurt verplaatst van een vak (o_1, p_1) naar een vak (o_2, p_2) . Via de controller komt een verzoek 3.5.1.1 tot verplaatsen van Speler 1 binnen. Hierbij geldt dat de verplaatsing aan de hand van de meegegeven *direction* bepaald wordt.

$$o_2 = \begin{cases} o_1 & \text{als } direction=UP \\ o_1 & \text{als } direction=DOWN \\ o_1 - 1 & \text{als } direction=LEFT \\ o_1 + 1 & \text{als } direction=RIGHT \end{cases}$$

$$p_2 = \begin{cases} p_1 + 1 & \text{als } direction=UP \\ p_1 - 1 & \text{als } direction=DOWN \\ p_1 & \text{als } direction=LEFT \\ p_1 & \text{als } direction=RIGHT \end{cases}$$

Indien de verplaatsing niet legaal is (zie definitie hierboven), wordt bericht 3.5.1.2c teruggestuurd. Indien deze verplaatsing legaal is (zie definitie hierboven), wordt de verplaatsing uitgevoerd en bericht 3.5.1.2a teruggestuurd, tenzij Speler 1 naar een hintvak is verplaatst, dan wordt bericht 3.5.1.2b teruggestuurd, lees hier meer over in subsectie 2.2.4. Hierna wordt bericht 3.5.4.1a verstuurd met daarbij de nieuwe coördinaten van de speler. Indien de speler op een rotatietransportbandvak komt wordt die verplaatsing eerst uitgevoerd en dan pas bericht 3.5.4.1a verstuurd.

2.2.2 Verplaatsen speler 2

Speler 2 wordt per beurt verplaatst van een vak (o_1, p_1) met richting x_1 naar een vak (o_2, p_2) met richting x_2 . Via de controller komt een verzoek 3.5.3.1 tot verplaatsen of een verzoek 3.5.2.1 tot draaien van Speler 2 binnen. Bij een verzoek tot draaien wordt de draaiing uitgevoerd en bericht 3.5.2.2 teruggestuurd.

Draaien

Hierbij wordt de draaiing bepaald aan de hand van de meegegeven *direction*

$$x_2 = \begin{cases} \textit{boven} & \text{als } \textit{direction}=\textit{UP} \\ \textit{onder} & \text{als } \textit{direction}=\textit{DOWN} \\ \textit{links} & \text{als } \textit{direction}=\textit{LEFT} \\ \textit{rechts} & \text{als } \textit{direction}=\textit{RIGHT} \end{cases}$$

Verplaatsing

Het verplaatsen wordt bepaald aan de hand van de meegegeven *steps*

$$o_2 = \begin{cases} o_1 & \text{als } x_1 = \textit{boven} \\ o_1 & \text{als } x_1 = \textit{onder} \\ o_1 - 1 & \text{als } \textit{steps}=\textit{ONE} \wedge x_1 = \textit{links} \\ o_1 - 2 & \text{als } \textit{steps}=\textit{TWO} \wedge x_1 = \textit{links} \\ o_1 - 3 & \text{als } \textit{steps}=\textit{THREE} \wedge x_1 = \textit{links} \\ o_1 + 1 & \text{als } \textit{steps}=\textit{ONE} \wedge x_1 = \textit{rechts} \\ o_1 + 2 & \text{als } \textit{steps}=\textit{TWO} \wedge x_1 = \textit{rechts} \\ o_1 + 3 & \text{als } \textit{steps}=\textit{THREE} \wedge x_1 = \textit{rechts} \end{cases}$$
$$p_2 = \begin{cases} p_1 + 1 & \text{als } \textit{steps}=\textit{ONE} \wedge x_1 = \textit{boven} \\ p_1 + 2 & \text{als } \textit{steps}=\textit{TWO} \wedge x_1 = \textit{boven} \\ p_1 + 3 & \text{als } \textit{steps}=\textit{THREE} \wedge x_1 = \textit{boven} \\ p_1 - 1 & \text{als } \textit{steps}=\textit{ONE} \wedge x_1 = \textit{onder} \\ p_1 - 2 & \text{als } \textit{steps}=\textit{TWO} \wedge x_1 = \textit{onder} \\ p_1 - 3 & \text{als } \textit{steps}=\textit{THREE} \wedge x_1 = \textit{onder} \\ p_1 & \text{als } x_1 = \textit{links} \\ p_1 & \text{als } x_1 = \textit{rechts} \end{cases}$$

Indien de verplaatsing niet legaal is wordt bericht 3.5.3.2c teruggestuurd. Indien deze verplaatsing legaal is, wordt de verplaatsing uitgevoerd en bericht 3.5.3.2a teruggestuurd, tenzij Speler 1 naar een hintvak is verplaatst, dan wordt bericht 3.5.3.2b teruggestuurd, lees hier meer over in subsectie 2.2.4. Hierna wordt bericht 3.5.4.1b verstuurd met daarbij de nieuwe coördinaten van de speler. Indien de speler op een rotatietransportbandvak komt wordt die verplaatsing eerst uitgevoerd en dan pas bericht 3.5.4.1b verstuurd.

2.2.3 Rotatietransportband

Een speler kan na een verplaatsing op een rotatietransportbandvak terecht komen. In het geval dat Speler 1 op een rotatietransportbandvak j op coördinaten (V_j, W_j) komt, worden de coördinaten van het vak waar Speler 1 op staat veranderd in de eindcoördinaten van j (X_j, Y_j) . In het geval dat Speler 2 op een rotatietransportbandvak j op coördinaten (V_j, W_j) komt, worden de coördinaten van het vak waar Speler 2 op staat veranderd in de eindcoördinaten van j (X_j, Y_j) . De richting van Speler 2 wordt een willekeurige richting x met $x \in \mathbb{D}$.

2.2.4 Hintvak

Een speler kan na een verplaatsing op een hintvak i terechtkomen met als waarde voor Speler 1 $waarde_{1_i}$ en als waarde voor Speler 2 $waarde_{2_i}$. Indien Speler 1 na een verplaatsing op een hintvak terecht komt wordt bericht 3.5.1.2b van het protocol verstuurd. Hierbij geldt voor de meegestuurde *direction*

$$\textit{direction} = \begin{cases} \textit{UP} & \text{als } \textit{waarde}_{1_i} = \textit{boven} \\ \textit{DOWN} & \text{als } \textit{waarde}_{1_i} = \textit{onder} \\ \textit{LEFT} & \text{als } \textit{waarde}_{1_i} = \textit{links} \\ \textit{RIGHT} & \text{als } \textit{waarde}_{1_i} = \textit{rechts} \end{cases}$$

Indien Speler 2 na een verplaatsing op een hintvlak terecht komt wordt bericht 3.5.3.2b van het protocol verstuurd. Hierbij geldt voor de meegestuurde *direction*

$$direction = \begin{cases} UP & \text{als } waarde_{2_i} = \textit{boven} \\ DOWN & \text{als } waarde_{2_i} = \textit{onder} \\ LEFT & \text{als } waarde_{2_i} = \textit{links} \\ RIGHT & \text{als } waarde_{2_i} = \textit{rechts} \end{cases}$$

2.3 Terminatie

Het spel is beëindigd wanneer Speler 1 op Thuisvak speler 1 staat, of Speler 2 op Thuisvak speler 2 staat. Dus speler 1 bevindt zich op vak (e, f) of speler 2 bevindt zich op vak (g, h) . Indien het spel is beëindigd en speler 1 heeft gewonnen dan dient bericht 3.5.6.1a van het protocol verstuurd te worden, hierna dient bericht 3.5.6.3a ontvangen te worden voordat de verbinding verbroken mag worden. Indien het spel is beëindigd en speler 2 heeft gewonnen dan dient bericht 3.5.6.2b van het protocol verstuurd te worden, hierna dient bericht 3.5.6.4b ontvangen te worden voordat de verbinding verbroken mag worden.

3 Protocol

In deze sectie staat het formaat van de berichten gespecificeerd. Alle berichten die verzonden worden moeten volgens dit protocol verzonden worden.

3.1 Definities

- Een bericht is een regel ASCII-tekst, afgesloten door een standaard Windows-regeleinde (`\r\n`, ofwel bytes 13 en 10, ofwel 'carriage return, newline')
- Als de client een bericht verstuurd heeft mag het geen nieuw bericht sturen totdat één van de (voor dat bericht) gespecificeerde antwoorden terug komt van de controller. Hieronder valt ook het bericht dat de controller het gestuurde bericht niet begrijpt. Voor de communicatie tussen bord en controller geldt hetzelfde, waarbij de controller moet wachten op antwoord van het bord.

3.2 Protocolfout

1	Bord:	(ongedefinieerd bericht)
2	Controller:	LOL WUT?

Hiermee wordt aangegeven dat de controller het bericht niet begrijpt. Het bericht is ook niet doorgestuurd en het heeft geen invloed gehad op de staat van het systeem.

3.3 Verbinding opzetten

Voordat je kunt communiceren dien je eerst een verbinding te maken. Hiervoor moet het programma gebruik maken van TCP-sockets. De *controller* fungeert als server en dus zal jullie programma als client kunnen verbinden met de *controller*. Om deze verbinding tot stand te brengen is een ip-adres en een poortnummer nodig. Deze zijn uit te lezen uit het door ons aangeleverde INI-bestand genaamd "BORD.INI". In sectie 4 is een specificatie van het INI-bestand gegeven. Hieruit zal in de *section* "Spel" onder de *identifier* "ip" het ip van de *controller* als *string* uit te lezen zijn. Verder is onder dezelfde *section* maar onder de *identifier* "port" het poortnummer als *integer* uit te lezen.

Met de zojuist ingelezen informatie kan nu een verbinding opgesteld worden, ga hierna door naar de toestand 'Handshake'.

3.4 Handshake

1	Controller:	HAI
2	Bord:	ALL YOUR BASE ARE BELONG TO ME
3a	Controller:	K
3b	Controller:	NOWAI

Antwoord 3a: Verbinding gelukt, ga naar state 'Playing'
Antwoord 3b: Verbinding mislukt, verbreek de verbinding.

3.5 Playing

In deze state zijn een paar berichten standaard gedefinieerd als volgt:

Richting: $\langle \text{direction} \rangle \in TRichting$

$TRichting = \{ 'UP', 'DOWN', 'LEFT', 'RIGHT' \}$

Aantal vakjes: $\langle \text{steps} \rangle \in TStap$

$TStap = \{ 'ONE', 'TWO', 'THREE' \}$

Verzoek succesvol: K

Verzoek succesvol met hint: HINT $\langle \text{direction} \rangle$

Verzoek afgewezen: NOWAI

3.5.1 Verplaatsen Speler 1

Speler 1 wil een vakje verplaatsen

3.5.1.1	Controller:	KITTEH WANT MOVE $\langle \text{direction} \rangle$
3.5.1.2a	Bord:	K
3.5.1.2b	Bord:	HINT $\langle \text{direction} \rangle$
3.5.1.2c	Bord:	NOWAI

3.5.2 Draaien Speler 2

Speler 2 wil draaien

3.5.2.1	Controller:	SUPERCAT WANT TURN $\langle \text{direction} \rangle$
3.5.2.2	Bord:	K

3.5.3 Verplaatsen Speler 2

Speler 2 wil een vakje verplaatsen

3.5.3.1	Controller:	SUPERCAT WANT MOVE $\langle \text{steps} \rangle$
3.5.3.2a	Bord:	K
3.5.3.2b	Bord:	HINT $\langle \text{direction} \rangle$
3.5.3.2c	Bord:	NOWAI

3.5.4 Locatie

Een speler beweegt (wordt pas verzonden na de K of HINT):

3.5.4.1a	Bord:	KITTEH x,y
3.5.4.1b	Bord:	SUPERCAT x,y

3.5.5 Status

Vraag de huidige status van het bord op:

Er wordt een lijst teruggegeven van alle vakjes met een speciale betekenis.

Vaktype: $\langle \text{type} \rangle \in TVak$

$TVak = \{ \text{'HINT'}, \text{'TRANSPORT'}, \text{'END1'}, \text{'END2'} \}$

3.5.5.1	Controller:	VISIBLE
3.5.5.2	Bord:	SIZE x,y
3.5.5.3	Bord:	$\langle \text{type} \rangle$ x,y
3.5.5.4	Bord:	KITTEH x,y
3.5.5.5	Bord:	SUPERCAT x,y

3.5.6 Terminatie

Geef het bericht dat het spel getermineerd is:

3.5.6.1a	Bord:	KITTEH WINS
3.5.6.2b	Bord:	SUPERCAT WINS
3.5.6.3a	Controller:	KITTEH WINS, GTFO
3.5.6.4b	Controller:	SUPERCAT WINS, GTFO

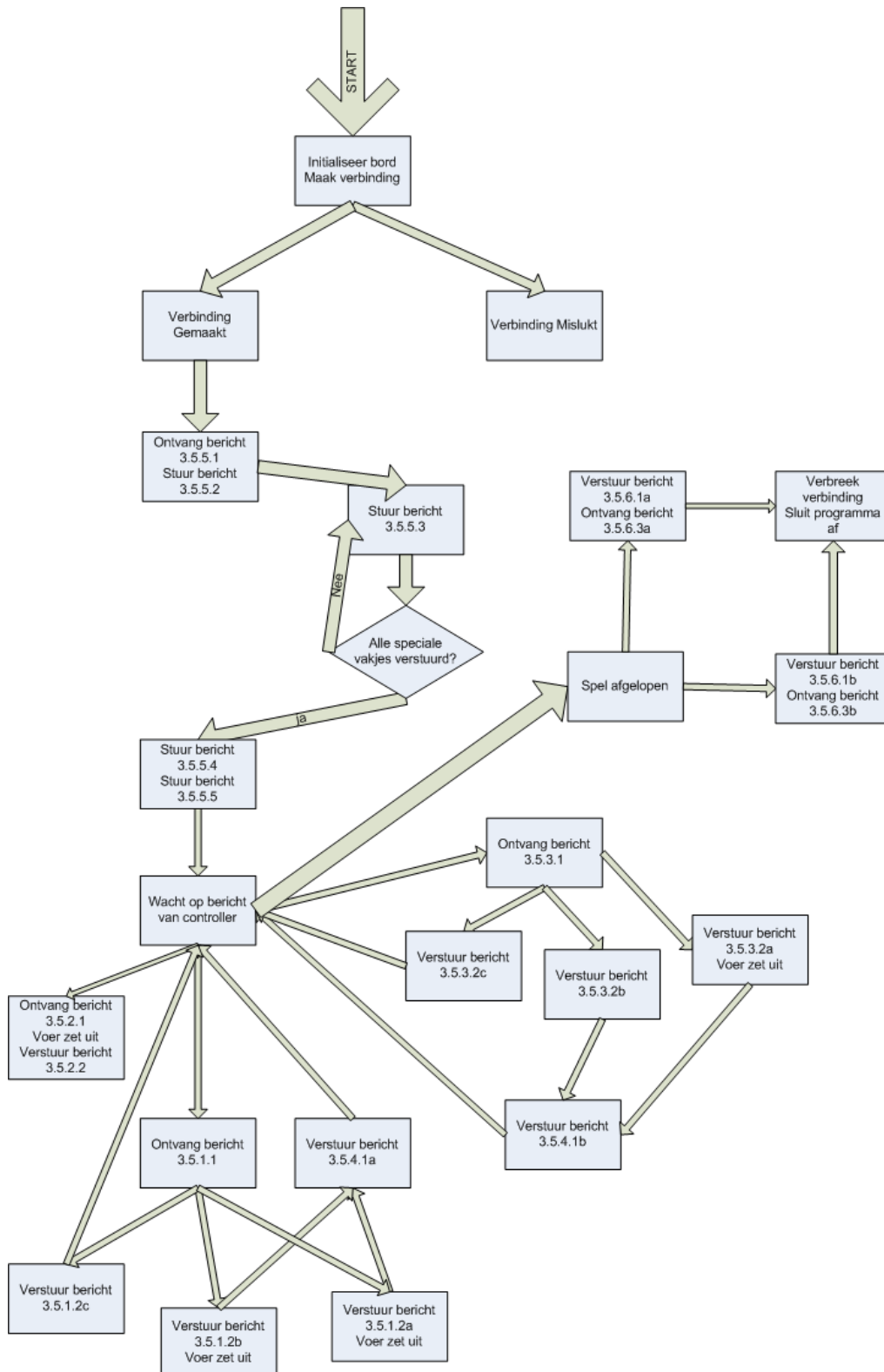
Hierna is het spel afgelopen, verbreek de verbinding.

4 INI-File structuur

In dit onderdeel wordt de structuur van de door ons aan geleverde ini-bestanden in Extended BNF gespecificeerd.

```
Ini-File      ::= <section>
<section>     ::= "[Main]" <newline> <sectionbody>
<sectionbody> ::= <identifier> <newline> <identifier>
<identifier>  ::= <name> "=" <value>
<name>       ::= "IP" | "Port"
<value>      ::= <ip> | <port>
<ip>         ::= 3*<digit> "." 3*<digit> "." 3*<digit> "." 3*<digit>
<port>       ::= 1*<digit> | 2*<digit> | 3*<digit> | 4*<digit> | 5*<digit>
<digit>      ::= "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9"
<newline>    ::= <CR> <LF>
<CR>        ::= ? US-ASCII character 13 ?
<LF>        ::= ? US-ASCII character 10 ?
```

5 Flowchart communicatie



De flowchart van de communicatie tussen het bord en de controller.