



**HoGent**

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Redux uitbreiding voor combinatie van twee React-Redux projecten

Thibault Gobert

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Harm De Weirdt  
Co-promotor:  
Simon De Gheselle

Instelling: —

Academiejaar: 2017-2018

Derde examenperiode



## Woord vooraf

Op mijn stage werd ik het eerst geconfronteerd met dit probleem. Ik moest daar namelijk de integratie voorzien van een React-Redux project (Scratch). De reden waarom ik dit project ook heb gekozen is omdat ik dit project het beste ken en daardoor zo weinig mogelijk tijd zou verliezen door mij te verdiepen in een ander project. Nu Scratch overgeschakeld is op JavaScript voor hun graphical user interface, wordt het zeer interessant om een makkelijke manier te voorzien om dit project te integreren. Zeker voor een bedrijf zoals CodeFever, waar ik stage heb gedaan. Zij voorzien namelijk programmeerlessen voor kinderen, dus het zou zeer handig zijn moesten zij een ingebouwde versie van Scratch hebben.

Het werd voor mij al snel duidelijk dat er quasi niets van documentatie hierover te vinden was online. Dit vond ik zeer raar, omdat het net zo belangrijk is om dit te kunnen doen. Dit zorgde er ook voor dat ik een oplossing voor dit probleem wou vinden.

Verder wil ik nog Harm De Weirde bedanken voor de begeleiding alsook Simon De Gheselle om mijn co-promotor te zijn. Finaal bedank ik ook de Hogeschool Gent om het mogelijk te maken deze scriptie te schrijven.



## Samenvatting

In dit onderzoek worden twee React-Redux projecten opgesteld. React maakt gebruik van JavaScript voor het bouwen van user interfaces, waar Redux een concept is voor data storage en communicatie binnen de applicatie. Een store is een concept van Redux die de hele state tree van de applicatie vasthoudt. Het probleem situeert zich in het samenvoegen van twee React-Redux projecten. Deze hebben beide een store die de overeenkomstige state tree bevat. Er kan dus niet rechtstreeks een component geïmporteerd worden van het ene project naar het andere, omdat het daar geen bekende state zal hebben en er zo geen acties op kunnen uitgevoerd worden. Om dit probleem te reproduceren worden dus twee React-Redux projecten opgesteld. Het eerste project is het hoofdproject met een basis inlog functionaliteit. Het tweede project is een fork van het bestaande open source project van Scratch. Om beide projecten met elkaar te laten communiceren zal het tweede project gepubliceerd worden op npm onder een eigen registry. Dit zorgt ervoor dat het project geïnstalleerd kan worden als dependency in het eerste project. Op deze manier kan een component snel geïmporteerd worden.

De bedoeling van dit onderzoek is om een manier te vinden waarbij geen extra aanpassingen moeten gebeuren aan het eerste project, maar enkel een geupdatete versie van het tweede project moet gepublished worden op npm. Deze manier zal verkregen worden door een extensie te schrijven op Redux (de functie die reducers combineert) die de mogelijkheid biedt om de functionaliteit van het tweede project te gebruiken in het eerste project. Tot dusver is er nog geen bekende manier om de combinatie van een root reducer ongedaan te maken en opnieuw te combineren met de reducers van alle projecten samen. Dit wil zeggen dat de enige bekende manier een export van de bestaande reducers is. Er is dus zeker nog ruimte voor verder onderzoek over hoe reeds gecombineerde reducers opnieuw gecombineerd kunnen worden met elkaar.



# Inhoudsopgave

<b>0.1</b>	<b>Context</b>	<b>15</b>
<b>0.2</b>	<b>Probleemstelling</b>	<b>16</b>
<b>0.3</b>	<b>Onderzoeksvraag</b>	<b>17</b>
<b>0.4</b>	<b>Onderzoeksdoelstelling</b>	<b>17</b>
<b>0.5</b>	<b>Opzet van deze bachelorproef</b>	<b>17</b>
<b>1</b>	<b>Stand van zaken .....</b>	<b>19</b>
<b>1.1</b>	<b>React</b>	<b>19</b>
1.1.1	JSX .....	19
1.1.2	Components .....	20
1.1.3	React lifecycle .....	20
<b>1.2</b>	<b>Redux</b>	<b>22</b>
1.2.1	Drie principes .....	22
1.2.2	Redux flow .....	23

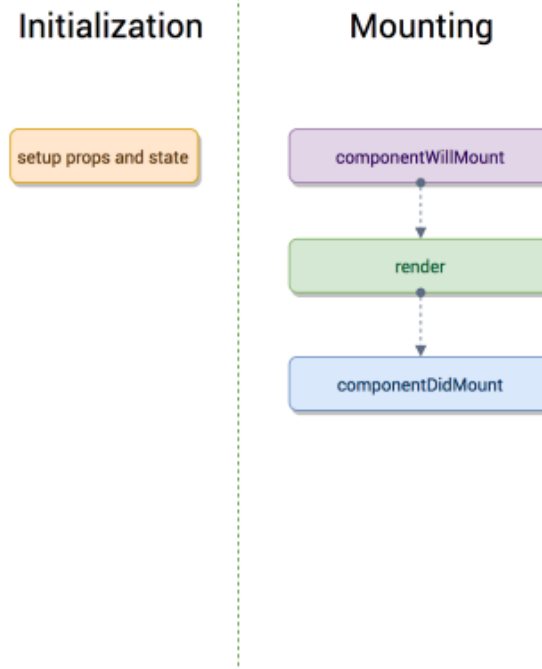
1.2.3	Npm .....	25
1.3	Webpack	26
<b>2</b>	<b>Methodologie .....</b>	<b>29</b>
2.1	Analyse	29
2.2	Methodes	29
2.2.1	Functie combineReducers .....	29
2.2.2	Eigen methode .....	30
<b>3</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>33</b>
3.1	Inleiding	33
3.2	Performantie	33
3.3	Eindconclusie	34
<b>A</b>	<b>Onderzoeksvoorstel .....</b>	<b>37</b>
A.1	Introductie	37
A.2	State-of-the-art	38
A.3	Methodologie	38
A.4	Verwachte resultaten	38
A.5	Verwachte conclusies	39
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>41</b>



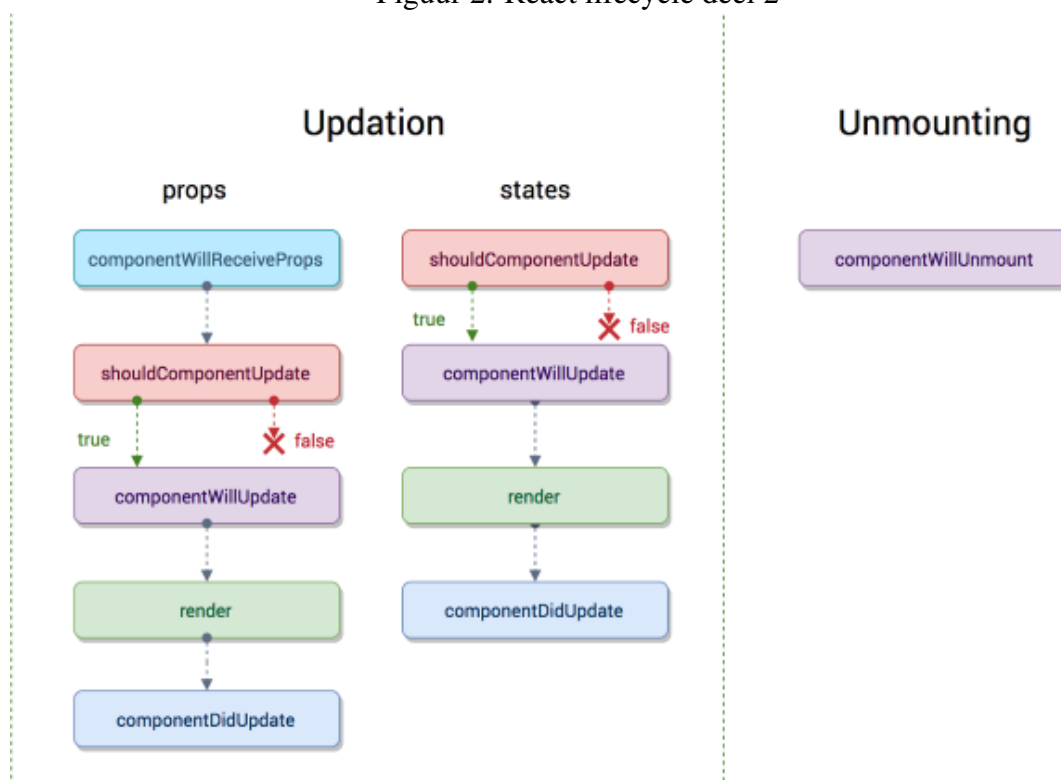
## Lijst van figuren

1	React lifecycle deel 1 .....	10
2	React lifecycle deel 2 .....	10
3	Redux devtools .....	11
4	Presentationeel vs container .....	11
5	Methode combineReducers .....	12
6	Object export .....	13
7	Downloads per dag .....	13
8	Downloads per week .....	14
9	Totale downloads .....	14

Figuur 1: React lifecycle deel 1



Figuur 2: React lifecycle deel 2



Figuur 3: Redux devtools

```
const composeEnhancers = window.__REDUX_DEVTOOLS_EXTENSION_COMPOSE__ || compose;

function configureStoreDev(initialState) {
  const store = createStore(
    rootReducer,
    initialState,
    composeEnhancers(applyMiddleware(...middleware)),
  );
  return store;
}
```

Figuur 4: Presentationeel vs container

	Presentational Components	Container Components
Purpose	How things look (markup, styles)	How things work (data fetching, state updates)
Aware of Redux	No	Yes
To read data	Read data from props	Subscribe to Redux state
To change data	Invoke callbacks from props	Dispatch Redux actions
Are written	By hand	Usually generated by React Redux

Figuur 5: Methode combineReducers

```
export default function combineReducers(reducers) {
  var reducerKeys = Object.keys(reducers)
  var finalReducers = {}
  for (var i = 0; i < reducerKeys.length; i++) {
    var key = reducerKeys[i]
    if (process.env.NODE_ENV !== 'production') {
      if (typeof reducers[key] === 'undefined') {
        warning(`No reducer provided for key "${key}"`)
      }
    }
    if (typeof reducers[key] === 'function') {
      finalReducers[key] = reducers[key]
    }
  }
  var finalReducerKeys = Object.keys(finalReducers)

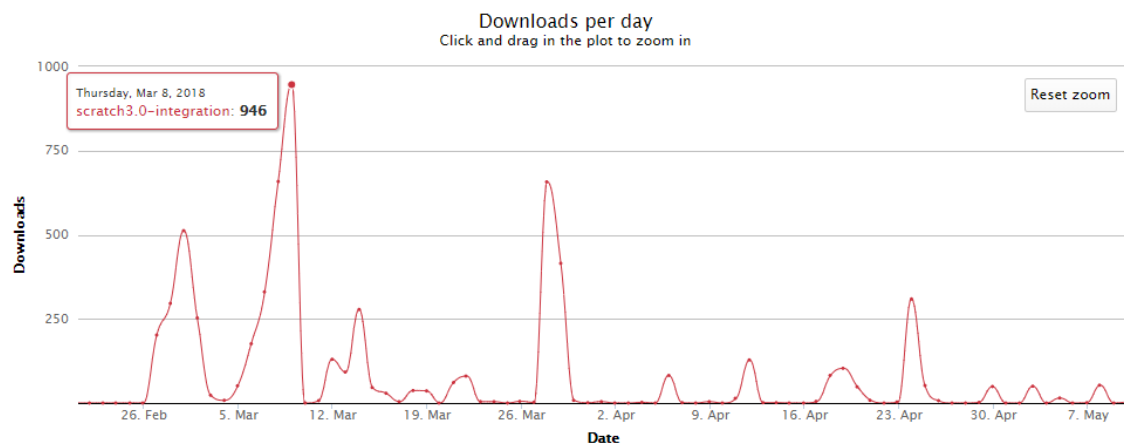
  function combination(state = {}, action) {
    var hasChanged = false
    var nextState = {}
    for (var i = 0; i < finalReducerKeys.length; i++) {
      var key = finalReducerKeys[i]
      var reducer = finalReducers[key]
      var previousStateForKey = state[key]
      var nextStateForKey = reducer(previousStateForKey, action)
      if (typeof nextStateForKey === 'undefined') {
        var errorMessage = getUndefinedStateErrorMessage(key, action)
        throw new Error(errorMessage)
      }
      nextState[key] = nextStateForKey
      hasChanged = hasChanged || nextStateForKey !== previousStateForKey
    }
    return hasChanged ? nextState : state
  }
}
```

Figuur 6: Object export

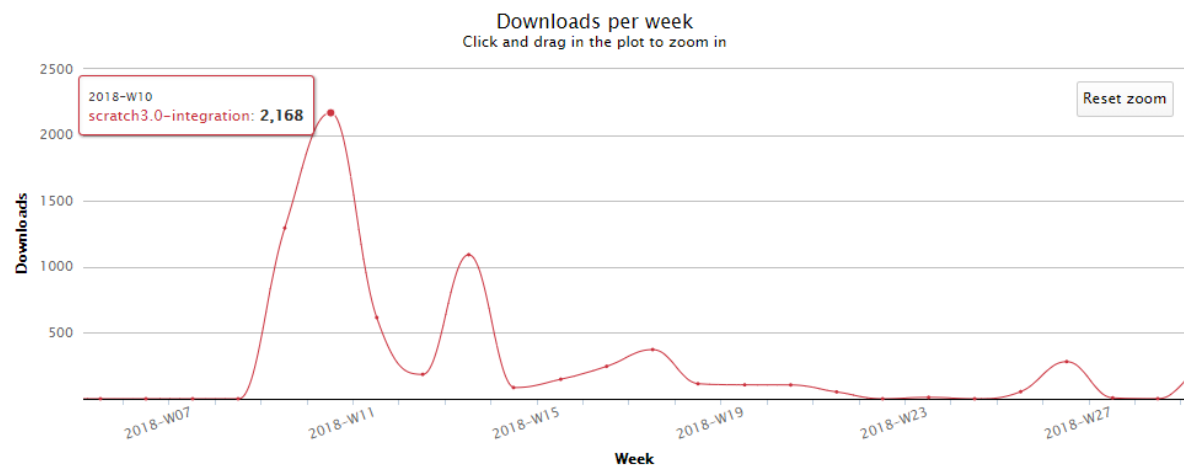
```
const appReducerList = {
  loggedIn,
  profile,
  courses,
  lessons,
  organisation,
  students,
  teachers,
  locations,
  application,
  slides,
  attendances,
  notes,
  evaluations,
  contracts,
  locale,
  payments,
  filters,
  logs,
  events,
  exercises,
};

const appReducer = combineReducers({
  ...appReducerList, ...guiReducers,
});
```

Figuur 7: Downloads per dag



Figuur 8: Downloads per week



Figuur 9: Totale downloads

package	downloads
scratch3.0-integration	7,161

# Inleiding

## 0.1 Context

React is een JavaScript library voor het bouwen van user interfaces. React werkt met components. In de component schrijf je de gewenste code die moet gerenderd worden. Een component ontvangt parameters, genaamd *props* en retourneert hiërarchische views die getoond worden door de render methode. Elke component kan onafhankelijk functioneren, wat het dus mogelijk maakt om verschillende components in een andere component in te laden. (React, 2018)

Redux is een state container voor JavaScript apps. Redux kan dus gebruikt worden samen met React of andere view libraries. In Redux zijn er een aantal basis begrippen die moeten uitgelegd worden voor de verdere voortgang voor dit onderzoek, zoals: actions, reducers, store en containers. Deze begrippen vormen de omkadering van Redux. (Redux, 2018)

De Redux architectuur heeft een unidirectionele data, dit wil zeggen dat de data steeds dezelfde richting/flow aanneemt. Dit zorgt er voor dat de logica van de applicatie voorspelbaar wordt.

Een container component is een component die verantwoordelijk is voor het verkrijgen van data. Een container component gaat subscriben op de store, om zo een deel van de Redux state tree te kunnen lezen. Het gaat op deze manier de nodige delen van de data nemen en doorgeven als *props*. Een container component is ook verantwoordelijk voor het dispatchen van actions die veranderingen maken aan de state van de applicatie.

Deze actions zijn payloads van informatie die data verzenden van de applicatie naar de store. Actions zijn tevens de enige soort van informatie voor de store. Het zijn JavaScript

objecten die een *type* property moeten hebben om aan te duiden welke actie uitgevoerd wordt. Deze types zijn string constanten die in een aparte module worden opgeslaan.

Als er dan gekeken wordt naar de data flow dan worden er eerst actions gedispached naar de store. De store zal dan de corresponderende reducer aanroepen met twee argumenten, namelijk de huidige state en de action. Hierna zal de root reducer de output van meerdere reducers combineren in een single state tree. Daarna gaat de Redux store de volledige state tree die geretourneerd werd door de root reducer gaan opslaan. Hier kan de container dan data uit lezen en doorgeven aan een presentationele component.

Reducers specificeren hoe de applicatie zijn state verandert ten gevolge van de actions die verzonden zijn naar de store. Actions beschrijven alleen maar het feit dat er iets gebeurd is, ze beschrijven niet hoe de applicatie zijn state verandert.

Een reducer is een pure functie die de vorige state en een actie neemt en daaruit de nieuwe state retourneert. Het is belangrijk dat de reducer puur blijft, een aantal zaken zijn een no-go zoals API-calls en niet-pure functies aanroepen. De uitkomst moet voorspelbaar blijven. Redux roept de reducer aan met een *undefined* state voor de eerste keer. Daar moet de initial state van de applicatie worden ingesteld. (Redux, 2018)

Actions representeren het feit dat er iets gebeurd is en reducers updaten de state aan de hand van deze actions. De store is een object die deze zaken samenbrengt. Deze store heeft een aantal verantwoordelijkheden:

- vasthouden van de state van de applicatie
- toegang geven tot de state van de applicatie
- toelaten om de state te updaten
- registreren van listeners

Het laatste punt laat toe om een callback te registreren die de Redux store zal aanroepen elke keer een action wordt gedispached. Op deze manier kan de UI van de applicatie upgedate worden naargelang de state van de applicatie.

## 0.2 Probleemstelling

Een van de problemen is het gebruiken van components uit een tweede React-Redux project. Door het importeren van een container component in het eerste project worden de actions die gedispached worden door die component niet herkend in de store. Deze zitten namelijk in de store van het tweede project. Door de reducers te combineren van beide projecten in een grote root reducer wordt dit probleem opgelost. Dit is zo omdat de store dan de corresponderende reducer kan aanroepen naargelang de action die gedispached wordt. Het probleem hierbij is dat de reducers van het tweede project gekopieerd zouden moeten worden in de root reducer van het eerste project. Dit resulteert in onstabiele code wanneer er reducers toegevoegd en/of verwijderd worden in het tweede project. Dit onderzoek heeft een meerwaarde voor bedrijven/personen die een React-Redux project hebben en functionaliteit (componenten) willen gebruiken uit een bestaande React-Redux



repository.

## 0.3 Onderzoeksvraag

### Onderzoeksvraag:

- Hoe kan de functionaliteit van een tweede React-Redux project geïntegreerd worden in een ander React-Redux project?

Er wordt getracht om een manier te vinden waarbij er specifieke functionaliteit uit het ene project kan genomen worden door een container te exporteren. Om deze container te laten werken zullen ook de reducers nodig zijn van dit project.

### Dit zorgt voor de deelonderzoeksvraag:

- Hoe kunnen twee root reducers met elkaar gecombineerd worden?

## 0.4 Onderzoeksdoelstelling

Het beoogde resultaat van de bachelorproef is om een minimaal aantal lines of code en onderhoud te hebben. Idealiter is dit een aangepaste versie van de functie *combineReducers* waarbij er twee root reducers worden gecombineerd met elkaar zonder nesting te veroorzaken. Verder is het vooral belangrijk dat de functionaliteit behouden wordt van beide projecten.

## 0.5 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 1 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 2 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 3, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvraag. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.



# 1. Stand van zaken

## Inleiding

Zoals eerder vermeld wordt er gebruik gemaakt van twee React-Redux projecten. In dit hoofdstuk wordt meer informatie gegeven omtrent de achtergrond van deze projecten en wat er nodig is om deze met elkaar te laten communiceren.

## 1.1 React

Volgens (React, 2018) is React een JavaScript library om user interfaces te bouwen. React is component-based. Een component implementeert een *render* methode die data als input neemt en een view retourneert. Om dit te doen wordt JSX gebruikt. Er kunnen simpele views gemaakt worden voor elke state van de applicatie en React zal deze updaten en de juiste componenten renderen wanneer de data verandert.

### 1.1.1 JSX

JSX is een XML/HTML-achtige syntax gebruikt door React die ECMAScript uitbreidt zodat XML/HTML-achtige text kan bestaan met JavaScript/React code. Deze syntax is bedoeld om gebruikt te worden door preprocessoren (zoals Babel) om HTML text gevonden in JavaScript files om te zetten in standaard JavaScript objecten. Dit wil dus zeggen dat je door JSX te gebruiken HTML structuren en JavaScript code kan schrijven in dezelfde file, Babel zal dan alle uitdrukkingen vertalen naar JavaScript code. Waar vroeger dus JavaScript code in HTML werd geplaatst, laat JSX het toe om HTML in JavaScript te plaatsen. (Lerner, g.d.-b)

### 1.1.2 Components

Een enkele view van een user interface is opgedeeld in een aantal stukken, in een aantal components. De start component bevat een tree, die tree kan opgedeeld worden in een aantal sub-components. Deze kunnen dan weer opgedeeld worden in nog meer sub-components. Dit kan dus resulteren in een complexe tree met verschillende React componenten. Er zijn echter ook nog verschillende soorten components, namelijk *simple* en *stateful*. (Lerner, g.d.-b)

#### Simple component

React components implementeren de *render* methode, ze retourneren wat er moet afgebeeld worden. Daarvoor wordt het eerder aangekaarte JSX gebruikt. Input data die doorgegeven is aan de component kan worden opgeroepen door de *props* aan te spreken van deze component. Sidenote: JSX is optioneel, het gewenste resultaat kan ook bereikt worden door JavaScript code alleen. JSX maakt het wel overzichtelijker om de props aan te spreken. (React, 2018)

#### Stateful component

In toevoeging met data als input nemen (via *props*), kan een component zijn interne state aanspreken om daar data uit te halen. Wanneer de data uit de state van een component verandert, wordt de render methode opnieuw aangeroepen zodat de juiste data getoond wordt. (React, 2018)

### 1.1.3 React lifecycle

Met React is het mogelijk om components te creëren door de voorziene methode van React te gebruiken. Deze methode verwacht een *render* methode en zal een lifecycle triggeren, de lifecycle van een component. Deze lifecycle kan onderverdeeld worden in 4 grote fasen zoals beschreven in figuur 1 en 2:

- initialisatie
- mounten
- updaten
- unmounten

#### Initialisatie

In deze fase worden de initiële state en de default props ingesteld. De initiële state wordt in de constructor ingesteld, deze kan later altijd veranderd worden door de *setState* methode. *defaultProps* is een property van *Component* die overschreven kan worden met nieuwe waarden voor de props.

## Mounten

In de tweede fase zijn er een aantal *hook* methodes die aangeropen kunnen worden voor het mounten en na het mounten. Een hook methode is een methode waar je kan inpikken in de lifecycle en bestaande code kan veranderen of verbeteren naar eigen noden.

Al de dingen die moeten gebeuren voor een component gaat mounten, moeten gedefinieerd zijn in de *componentWillMount*. Deze methode wordt een keer per lifecycle uitgevoerd voor de eerste *render*.

Render zal de component mounten in de browser. Het is een pure methode, dus het geeft altijd dezelfde output gegeven dezelfde input.

Na deze eerste render, wordt de methode *componentDidMount* aangeropen. Deze methode wordt opnieuw een keer per lifecycle uitgevoerd.

## Updaten

Deze derde fase start wanneer de React component succesvol gerenderd is op de browser. De component kan nu geüpdatet worden op twee manieren: het verzenden van nieuwe props of het updaten van de state.

Wanneer de component nieuwe props ontvangt of de state is geüpdatet, wordt in de methode *shouldComponentUpdate* gevraagd of er een re-render moet gebeuren of niet. Deze methode retourneert dus een boolean en zal standaard re-renderen tenzij anders beschreven. Het is dus mogelijk om enkel een re-render uit te voeren als de props veranderen. Deze hook methode wordt vooral gebruikt als renderen een zware methode is. Dan is het niet voordelig om altijd alles opnieuw te renderen.

Als de uitkomst van deze methode true is, dan zal de component updaten en wordt de hook methode *componentWillUpdate* opgeropen. In deze methode worden de nodige voorbereidingen gedaan voor de volgende render, gelijkaardig als *componentWillMount*. Hierna wordt de component dus opnieuw gerenderd.

Wanneer dit succesvol is dan zal *componentDidUpdate* de third party libraries updaten en reloaden.

Wanneer echter de props veranderen en het is niet de eerste render dan zal in *componentWillReceiveProps* de state en de props opnieuw gesynchroniseerd worden met elkaar.

## Unmounten

In de laatste fase is de component niet meer nodig en zal deze via *componentWillUnmount* verwijderd worden. Hier kan er dan een cleanup gebeuren wat betreft user details en authorization tokens. (Haldar, 2017) (Sharif, 2015)

## 1.2 Redux

Door stateful components die elkaar aanroepen verhoogt de complexiteit om de state te beheren. Om tegen te gaan dat de controle verloren gaat over wanneer, hoe en waarom de state geüpdatet wordt, kan redux geïntroduceerd worden als oplossing om de state te managen. Redux zal eigenlijk proberen om de veranderingen op de state voorspelbaar te maken door bepaalde restricties op te leggen omtrent het updaten van de state. Deze restricties staan beschreven in de *drie principes* van Redux.

### 1.2.1 Drie principes

#### Een enkele source

De state van de hele applicatie zit in een object tree in een enkele *store*. Een enkele state maakt het makkelijker om te debuggen of om de applicatie te inspecteren. Sommige functionaliteit kan snel geïmplementeerd worden hierdoor, zoals een undo/redo waar dan geswitched kan worden tussen een vorige en een volgende state van de applicatie. Dit kan dus enkel wanneer de hele state van de applicatie is opgeslaan in de object tree.

#### State is read-only

De enige manier om een state te veranderen is door het verzenden van een *action*, dit is een object dat beschrijft wat er gebeurt. Dit zorgt er voor dat callbacks nooit direct naar de state gaan schrijven. Ze tonen de intentie om de state te transformeren. Alle veranderingen zijn gecentraliseerd en gebeuren een voor een in een vaste volgorde.

#### Pure functies voor veranderingen

Om te specificeren hoe de state tree veranderd is ten gevolge van actions, worden pure *reducers* geschreven. Reducers zijn eigenlijk pure functies die dan geëxporteerd worden. Ze nemen de vorige state en de action om zo de volgende state te retourneren. Het is belangrijk om een nieuw state object te retourneren in plaats van het muteren van de vorige state.

**Pure functie** Een pure functie is een functie die met dezelfde input altijd dezelfde output produceert. (Elliott, 2016)

Redux draait nu net om de voorspelbaarheid en betrouwbaarheid. Door een mutatie kan deze state niet meer voorspelbaar of betrouwbaar zijn.

### 1.2.2 Redux flow

In de subsectie *Drie principes* kwamen een aantal core concepts voor van Redux. Om deze te verduidelijken zal hier een beschrijven van de Redux flow gegeven worden met nodige uitleg van de core concepts.

De Redux architectuur draait rond een strikte, unidirectionele data flow. Dit wil zeggen dat al de data in de applicatie hetzelfde lifecycle patroon volgt. Alle veranderingen zijn gecentraliseerd en gebeuren een voor een in een vaste volgorde. Dit zorgt er voor dat de logica van de applicatie voorspelbaar en betrouwbaar is. Het begunstigt ook data normalisatie, zodat er geen meerdere, onafhankelijke duplicaties zijn van dezelfde data die niet bewust zijn van elkaars bestaan.

De data lifecycle voor om het eender welke Redux app volgt 4 stappen:

- een action wordt gedispached op de store
- de Redux store roept de reducer functie aan
- de root reducer combineert output van meerdere reducers
- de Redux store saved de volledige state tree

**Actions** Een action is een object die beschrijft wat er gebeurt. Deze actions zijn payloads van informatie die data verzenden van de applicatie naar de store. Acties zijn tevens de enige soort van informatie voor de store. Het zijn JavaScript objecten die een *type* property moeten hebben om aan de duiden welke action uitgevoerd wordt. Deze types zijn string constanten die in grote applicaties in een aparte module worden opgeslaan om overzichtelijk te houden. (Lerner, g.d.-a)

**Reducers** Reducers specificeren hoe de state van de applicatie zal veranderen ten gevolge van een action die gedispached wordt naar de store. Waar actions beschrijven dat er iets gebeurd is, beschrijven ze niet hoe de state van de applicatie veranderd is. Een reducer is een pure functie -zie vorige subparagraaf- die de vorige state van de applicatie en een action neemt en daaruit een nieuwe state zal retourneren. Niet-pure functies aanroepen en mutaties zijn dus een no-go om de betrouwbaarheid en voorspelbaarheid van de applicatie te behouden. Redux zal de reducer aanroepen met een undefined state voor de eerste keer. Hier moet er dus een initiële state van de applicatie worden ingesteld.

Elk van de reducers is zijn deel van de globale state aan het beheren. De *state* parameter is verschillend voor elke reducer en hangt samen met het deel van de state die de reducer beheert.

Op deze manier kunnen reducers gesplitst worden in aparte files om zo compleet onafhankelijk verschillende data domeinen te laten beheren door verschillende reducers.

Om deze reducers dan te combineren voor de volledige functionaliteit van het databeheer te hebben, wordt er gebruik gemaakt van de functie *combineReducers*. Deze functie voert

boilerplate logica uit om de reducers op te roepen aan de hand van hun keys en om de resultaten hiervan te combineren in een enkel object. (Holtkamp, 2016)

**boilerplate code** korte tekst die zonder veel aanpassingen kan worden hergebruikt

**Store** In de vorige paragrafen werden actions en reducers gedefinieerd. Actions werden gedefinieerd als objecten die representeren wat er gebeurd is terwijl reducers gedefinieerd werden als pure functies die de state gaan updaten volgens de verkregen actions. De store is een object die deze zaken samenbrengt. Dit zorgt ervoor dat de store een aantal verantwoordelijkheden heeft:

- het vasthouden van de state van de applicatie
- toegang geven tot de state
- toelaten dat de state geüpdatet kan worden door een action te dispatchen
- listeners registreren via subscribe
- listeners unsubscriben via de functie geretourneerd door subscribe

Het laatste punt laat toe om een callback te registreren (subscribe) die de redux store zal aanroepen elke keer een actie wordt gedispached. Op deze manier kan de UI van de applicatie geüpdatet worden naargelang de state van de applicatie.

Het is belangrijk om te noteren dat er maar een store in de Redux applicatie is. Wanneer er logica moet gesplitst worden, is het beter om reducer compositie te gebruiken om later te combineren dan om meerdere stores te implementeren. Om deze reden wordt in dit onderzoek ook geopteerd om een extensie te schrijven op combineReducers van Redux in plaats van meerdere stores te implementeren.

Om een store te creëren hebben we een reducer nodig. In een vorige paragraaf werd de methode combineReducers uitgelegd om meerdere reducers te combineren in een reducer. Deze gecombineerde reducer kan geïmporteerd worden en meegegeven worden als parameter aan de methode createStore om een store te creëren.

Als er dan gekeken wordt naar de data flow dan worden er eerst actions gedispached naar de store. De Redux store zal dan de corresponderende reducer aanroepen met twee argumenten, namelijk de huidige state en de action die gedispached werd. Deze zal altijd dezelfde output hebben en dus voorspelbaar zijn aangezien reducers pure functies zijn. Hierna zal de root reducer de output van meerdere reducers combineren in een enkele state tree. Dit gebeurt met de functie combineReducers die de verschillende functies voor een bepaald deel van de state zal combineren. Daarna gaat de Redux store de volledige state tree die geretourneerd werd door de root reducer gaan opslaan. Hier kan de container dan data uit lezen en doorgeven aan een presentationele component. (Redux, 2018)

Een manier om deze flow te controleren of te debuggen is via de redux-devtools extension voor chrome.



### Redux devtools extension

redux devtools extension wordt gebruikt voor het debuggen van veranderingen in de state van de applicatie. Met deze extension kan dus gekeken worden naar de volledige tree alsook naar de actions die verzonden worden. Er kan dan gekozen worden om bepaalde actions uit te voeren of te pauzeren tijdens een aantal actions. Dit zorgt dus voor een preciezere debugging. Vooraleer van deze extension gebruik kan gemaakt worden moet deze extension eerst gedefinieerd worden in de store. Deze wordt toegevoegd als *enhancer*.

**Enhancer** Een verbetering die ergens aan toegevoegd kan worden, in figuur 3 is het de redux devtools extension die toegevoegd wordt aan de store om een extra debugging tool aan te bieden.

Enkel het hoofdproject wordt geconnecteerd met de redux-devtools extension. Wanneer dus gekeken wordt naar de state tree, dan is dit deze van het hoofdproject. Wanneer er dus meerdere projecten met elkaar gecombineerd worden, zal er nog steeds enkel de state tree van de hoofdapplicatie staan. Het zou dus een absolute meerwaarde zijn om ook deze debug tool te kunnen gebruiken met de gecombineerde state tree van beide projecten. (Zalmoxisus, 2015)

**Connectie met React** React bindings zitten echter niet standaard in Redux, eerst moet de npm-package react-redux worden geïnstalleerd. Om React en Redux samen te laten functioneren wordt gebruik gemaakt van een opsplitsing in presentationele en container components. (zie figuur 4)

Presentationele components zijn -zoals de naam aangeeft- prioritair voor de visualisatie. Ze verkrijgen enkel data via de props en sturen geen actions aan.

Daar waar presentationele components gericht zijn op de visualisatie, zijn de container components gericht op het functionele aspect. Ze voorzien andere container (of presentationele) components van data en gedrag. Deze components gaan ook actions aanroepen om aan te duiden dat de data moet veranderen. (Benedetto, 2016) (Dan Abramov, 2015)

**Containers** Het idee achter containers is dat ze de data gaan ophalen en dan de corresponderende sub-component gaan renderen. Deze data wordt gehaald uit de state en omgezet naar props voor die container. Daarna krijgen de sub-componenten de juiste props mee om hun data te renderen. („Container Components”, 2015)

### 1.2.3 Npm

Om de twee projecten met elkaar te laten communiceren, wordt gebruik gemaakt van npm. De extensie op Redux zal geschreven worden en onder een eigen package gepubliceerd worden op npm, op deze manier kan de geschreven extensie aangesproken worden.

npm is 's werelds grootste software register met ongeveer 3 biljoen downloads per week. Het register bevat meer dan 600.000 packages. Open source developers van elk continent gebruiken npm voor het delen en lenen van packages. Veel organisaties gebruiken npm ook voor privaat development, zoals in dit onderzoek ook het geval is.

npm bestaat uit 3 verschillende componenten.

- de website
- de Command Line Interface (CLI)
- het register

De website wordt gebruikt om verschillende packages te zoeken en zelf packages op te publiceren, privaat of publiek. Deze publicatie kan via de CLI gedaan worden

De grootste reden om npm te gebruiken is om bestaande packages aan te passen en te specialiseren naar eigen apps. Natuurlijk kan ook gebruik gemaakt worden van bestaande custom packages van andere gebruikers. (npm, g.d.)

### 1.3 Webpack

De meeste React-Redux projecten maken gebruik van Webpack. Webpack heeft veel populariteit gewonnen door het gebruik in React. Webpack is een statische bundelaar van modules voor JavaScript applicaties. Het kleinste project die gebundeld kan worden met webpack bestaat uit een input en een output. Wanneer webpack bezig is met het verwerken van de applicatie, maakt het intern een *dependency graph* aan. Deze wordt geconstrueerd door alle imports af te lopen. Het bundelen van modules begint bij de door gebruiker gedefinieerde entries.

**Een entry point** gaat aanduiden welke module webpack het eerst moet beginnen bouwen vanuit zijn interne dependency graph. Webpack gaat dan kijken van welke andere modules en libraries dit entry point afhankelijk is (direct en indirect).

Standaard is dit entry point de index file, maar deze kan uiteraard veranderd worden of er kunnen zelfs meerdere entry points toegevoegd worden. Samen met de entry point(s) wordt meestal ook de output property gedefinieerd. Via deze property weet webpack naar waar de bundels verzonden moeten worden en hoe deze moeten noemen. De standaardsetting hiervoor is de dist folder.

In de meeste applicaties zitten er echter niet enkel JavaScript files. Soms worden image imports gedaan of wordt er via een url gewerkt. Webpack verstaat echter enkel JavaScript files. Om het mogelijk te maken om andere bestandtypes te converteren in geldige modules moeten loaders toegevoegd worden. Deze modules kunnen dan gebruikt worden door de applicatie en toegevoegd worden aan de dependency graph.

**Een loader** heeft een *test* en een *use* property. De test property geeft weer welke file of files die er getransformeerd moeten worden. Een use property toont aan welke loader

---

gebruikt moet worden voor deze transformatie.

Loaders worden gedefinieerd in de *rules* property. Waar loaders worden gebruikt voor de transformatie van bepaalde modules, zorgen plugins ervoor dat de bundle geoptimaliseerd wordt. Plugins gaan altijd vooraf aan een `require` statement en kunnen later aangepast worden door extra opties toe te voegen.



## 2. Methodologie

### 2.1 Analyse

Eerst werd een denk-analyse uitgevoerd om te achterhalen welke manieren er waren om de twee projecten met elkaar te laten communiceren.

Aangezien er aanpassingen moesten gebeuren aan het Scratch project omdat een rechtstreekse import niet werkte door het gebrek aan functionaliteit, werd geopteerd voor een nieuwe versie van het Scratch project te maken en deze te publiceren op npm.

Om deze analyse verder uit te voeren werd gekeken naar wat de store van het hoofdproject nodig had als parameters. Daarna werden een reeks methodes uitgetest om te zien wat wel werkte en wat niet.

### 2.2 Methodes

#### 2.2.1 Functie `combineReducers`

In de eerste methode werd geprobeerd om de root reducer van het scratch project rechtstreeks te integreren in de store van het hoofdproject. In de configuratie van de store wordt meegegeven wat de root reducer is en wat de initiële state van de applicatie is. De bedoeling was om een grote gecombineerde root reducer te maken om daarmee de store te initialiseren. Het enige wat hier aangepast werd aan de scratch-integration package was het exporteren van de root reducer in de index file.

Twee root reducers met elkaar combineren via de methode *combineReducers* (figuur 5) gaat echter niet zomaar. Deze methode is een functie met als parameter de reducers die moeten gecombineerd worden. Zoals eerder vermeld bevat een reducer een key en een value. De parameter bevat dus een lijst van reducers met elk hun key en value. De functie *combineReducers* overloopt deze lijst en vraagt eerst alle keys op en schrijft deze weg in een nieuwe variabele. Daarna wordt voor elke reducer key gekeken als de corresponderende value een functie is. Als dit zo is, dan wordt deze reducer weggeschreven in een nieuwe lijst variabele.

Deze functie retourneert dan opnieuw een functie 'combination'. In de scope van deze functie zitten onderandere twee lijsten. Een lijst voor de finale reducer keys en een lijst voor de finale reducers.

Omdat deze na combinatie in de scope van de functie zitten, is het onmogelijk om na een eerste combinatie een tweede combinatie uit te voeren. Dit zorgt er dus voor dat eenmaal er een root reducer gecombineerd is, deze niet opnieuw kan gebruikt worden om nog eens te combineren met een andere root reducer. Om hier verder op in te spelen werd naar een tweede methode gezocht.

### 2.2.2 Eigen methode

Als tweede methode werd gezocht naar een alternatief. De bedoeling van deze extensie zou als het ware een *uncombineReducers* methode zijn. Op deze manier kan snel alles los gemaakt worden van elkaar om dan later opnieuw te kunnen combineren. Op deze manier kan ook een lineaire structuur verkregen worden. Momenteel is het niet mogelijk om van reeds gecombineerde root reducers een nieuwe reducer te combineren met behoud van functionaliteit van beide root reducers en een lineaire structuur in plaats van een geneste structuur.

#### Analyse

Om een extensie te schrijven is eerst een duidelijk inzicht nodig in de methode *combineReducers*. Hiervoor werd dus eerst een analyse gedaan van deze methode.

De methode neemt reducers als parameter. Er worden eerst twee lokale variabelen gemaakt, de *reducerKeys* met daarin de keys van de reducers die als parameter werden meegegeven en de *finalReducers*. Daarna wordt -zolang er *reducerKeys* zijn- de juiste reducer opgehaald aan de hand van zijn key en wordt er gekeken als het type een functie is of niet. Als het inderdaad een functie is dan zal deze worden opgeslaan in de *finalReducers*.

Nu kan er een nieuwe variabele *finalReducerKeys* aangemaakt worden met daarin de keys van de *finalReducers*. Daarna wordt er een functie geretourneerd met dezelfde syntax als de reducer (state en action). Er wordt opnieuw per key overlopen, deze keer om een object te verkrijgen via *reduce* aan de hand van de state voor deze key.

### Werkwijze

Bij een reducer die voor de eerste keer gecombineerd wordt, zal door de functie *object.keys* elke key aangesproken worden. Hierdoor zal elke reducer opgenomen worden in de combinatie. Wanneer een combinatie tracht gemaakt te worden van een reeds gecombineerde reducer, dan zal door de functie *object.keys* enkel de gecombineerde key aanspreken en dus niet alle onderliggende reducers. Er werd getracht om van een root reducer, die reeds gecombineerd is, de reducer keys aan te spreken van zijn onderliggende reducers. Omdat deze reducers al eens gecombineerd zijn, zitten deze onderliggende reducers in de scope van de functie *combineReducers*. Daardoor is het niet mogelijk om van een gecombineerde reducers opnieuw zijn reducers aan te spreken, deze kunnen niet worden aangesproken. Indien dit wel mogelijk zou zijn, kon op deze manier een lineaire combinatie gemaakt worden van meerdere root reducers.

Omdat dit niet mogelijk is, wordt de functionaliteit van onderliggende reducers niet meegenomen. Dit zorgt er dan weer voor dat deze reducers niet opgenomen worden in de state. Vanaf het moment dat een reducer nodig zou zijn voor functionaliteit af te handelen, zal de app crashen omdat het een undefined reducer zal oproepen.

Om hier een oplossing voor te bieden werd gekeken naar een alternatief voor de methode *combineReducers*. Er werd geprobeerd om geen rechtstreeks gebruik te maken van de root reducer van Scratch, maar om alle reducers te combineren in een groot object en dan dat object te exporteren. Om deze methode mogelijk te maken moet de root reducer van het hoofdproject ook een object zijn en geen gecombineerde functie. Een voorbeeld kan gevonden worden in figuur 6. Anders keert het probleem van de function scope terug. Met beide root reducers als object is het wel mogelijk om een gecombineerde root reducer af te leveren. De lijsten van de reducer keys en reducers bevatten dan de keys en reducers van beide projecten. Hierdoor wordt dus de volledige functionaliteit omvat van beide projecten.

### Nadelen

Een eerste nadeel van deze methode is dat er dan ook met de root reducer van het hoofdproject rekening moet gehouden worden. Deze mag dan namelijk ook niet gecombineerd zijn. Om deze methode uit te voeren was er een gedeeltelijke herstructurering nodig, waardoor deze methode eigenlijk al niet meer optimaal is.

Een tweede nadeel zijn de veranderingen in het Scratch project. Stel dat er een reducer bijkomt of verwijderd wordt, dan moet dit altijd manueel aangepast worden vooraleer er terug een werkende versie geproduceerd wordt. Indien er enkel nood is aan de root reducer die geëxporteerd wordt, dan zou dit geen probleem zijn aangezien deze veranderingen mee opgenomen worden in de combinatie van de root reducer. Door elke reducer afzonderlijk in een nieuw object te steken en zo te exporteren wordt er heel wat extra onderhoudswerk gecreeërd voor deze package.

Een derde nadeel zijn de configuraties en dependencies die nodig zijn om het Scratch project te laten draaien. Elke dependency die gebruikt wordt, moet ook mee overgenomen worden in de *package.json* van het hoofdproject. Dit zorgt er ook voor dat de configuraties

van webpack ook moeten meegenomen worden. Om dit te realiseren werd een nieuwe package gemaakt van de bestaande react-scripts package met de uitbreidingen die nodig zijn om een succesvolle integratie te verkrijgen.

Dit derde nadeel kan echter wel opgelost worden. Via webpack is het mogelijk om de configuraties van Scratch te bundelen en weg te schrijven in een dist map om zo te exporteren als een library. In dit geval gaat het pas gebeuren wanneer de environment variabele op 'production' staat. Een tweede package op npm met de nodige configuraties voor beide projecten wordt overbodig wanneer deze oplossing gebruikt wordt in de package waar de reducers geëxporteerd worden. Dit bespaart onderhoudswerk en vermindert de complexiteit.



## 3. Conclusie

### 3.1 Inleiding

Redux is een framework die nog maar 3 jaar bestaat. Er is wel al veel documentatie beschikbaar en veel problemen zijn reeds ontdekt en opgelost, maar zeker niet alles staat beschreven.

Bijvoorbeeld hoe 2 React-Redux projecten met elkaar kunnen interageren staat nergens beschreven. Omdat hier geen best practices vermeld werden, is de keuze gemaakt om via npm packages te werken. Op deze manier kan het ene project snel geïntegreerd worden in het andere.

Het was echter niet voldoende om deze package gewoon te installeren. Wanneer dan een component werd aangeropen zou de state niet volledig zijn. De state bevat dan enkel objecten van het hoofdproject en niet van het geïntegreerde project. Om deze reden moeten de reducers geëxporteerd worden uit het geïntegreerde project.

### 3.2 Performantie

Zoals eerder vermeld was de oplossing om deze reducers in een object te steken en dit te exporteren. Het grootste probleem hierbij is dat veranderingen in het project dat geïntegreerd moet worden grote gevolgen kan hebben. Dit werd ondervonden door het open source project van Scratch. Na een update van Scratch uit en de bijhorende update om de package up to date te houden werkte deze niet meer. Dit kwam door een verandering in de structuur van de reducers, waardoor het niet meer de juiste reducers waren die

geëxporteerd werden. Dit zorgt er dus voor dat er zeer aandachtig moet gebleven worden bij updates. Om deze reden zou er nood zijn aan een methode `uncombineReducers` of een alternatief waardoor er enkel met de root reducer rekening zou gehouden moeten worden. Dan zouden externe updates geen grote impact meer hebben en kan deze snel terug geïntegreerd worden.

Deze methode is niet optimaal, aangezien er heel wat onderhoudswerk bij komt kijken om de package up to date te houden. Een bijkomend probleem is dat met deze methode ook alle dependencies moeten overgenomen worden alsook de webpack configuraties.

Deze methode wordt al een heel stuk performanter door het te integreren project te combineren in webpack, op deze manier is het niet meer nodig om alle dependencies toe te voegen aan het hoofdproject en wordt de package voor de webpack configuraties overbodig.

Zoals eerder gezegd is deze methode afhankelijk van de veranderingen in het te integreren project. Als hier quasi geen veranderingen in moeten gebeuren zal dit geen grote impact hebben, als er constant veranderingen in gebeuren dan zal deze methode niet meer optimaal zijn.

Er zijn een aantal objectieve maatstaven die ontwikkeld zijn voor de complexiteit van software te meten. In grote lijnen kan men deze maatstaven verdelen in maten voor complexiteit die zijn gerelateerd aan de omvang van een software-programma, en in maten voor complexiteit die zijn gerelateerd aan de structuur van zo'n programma. De meest simpele maat voor de omvang is het aantal regels programmacode: hoe meer regels, hoe groter de complexiteit. Een ernstig nadeel van deze simpele metriek is dat men het verschil in uitdrukkingskracht van de verschillende programmeertalen volledig verwaarloost. (Bemelmans & Heemstra, g.d.)

Maar dit is hier niet van kracht omdat het maar over een programmeertaal gaat.

### 3.3 Eindconclusie

Dit onderzoek is nog niet klaar, de basis is wel gelegd om verder onderzoek te doen naar een methode om de root reducers van beide projecten met elkaar te combineren zonder dat daar veel extra onderhoud aan te pas komt. Als uitkomst was wel verwacht dat er een soort `uncombineReducers` zou gemaakt worden, helaas was dit niet mogelijk door de implementatie van deze functie. Er is wel een alternatief gevonden om toch het probleem op te lossen.

Achteraf gezien bleek het een goede keuze om voor het Scratch open source project te kiezen. Dit is een project dat nog steeds in development is en dat nu overschakelt op JavaScript, waardoor het zeer interessant wordt om dit te kunnen integreren in een eigen applicatie.

Dit is een belangrijk onderzoek omdat er nog geen soortgelijke onderzoeken zijn gedaan

of gedocumenteerd werden. Er zijn een aantal statistieken gevonden die duidelijk maken dat het een probleemstelling is die uitnodigt tot verder onderzoek. De npm package die de reducer exports verzorgde is opgericht eind februari. Dan werd gezocht naar hoe het mogelijk wordt om dit project snel integreerbaar te maken, waar tot een tijdelijke oplossing is gekomen begin maart. Deze package werd sinds dan ruim 7000 keer gedownload (figuur 9) met piekmomenten van 2168 downloads per week (figuur 8) en 946 downloads per dag (figuur 7) in maart. Door tijdsgebrek was het echter onmogelijk om deze package constant up to date te houden. Eind maart kan er nog een update gezien worden door het stijgende aantal downloads, wat duidt op het feit dat er wel vraag naar is.



# A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

## A.1 Introductie

Vooraleer er dieper op het probleem kan worden ingegaan is er meer context nodig rond een aantal basisbegrippen van React en Redux. Volgens de website React (2018) is React een JavaScript library. Met behulp van React worden views gecreëerd voor elke state in onze applicatie. Volgens de website Redux (2018) is Redux een state container voor JavaScript apps. Redux helpt om de afgebeelde data te beheren en beschrijft hoe er gereageerd wordt op user actions. Een store is een object die de volledige state-tree van de applicatie bevat. De enige manier om een state te veranderen in de store is door een action te dispatchen. Een action zal er eigenlijk voor zorgen dat er data van de applicatie verzonden wordt naar de store. Dit is tevens de enige vorm van input voor de store. Actions beschrijven dus het feit dat er iets gebeurd is, maar ze beschrijven niet hoe de state van de applicatie verandert. Dit is de taak van een reducer, deze toont aan hoe de state veranderd is ten gevolge van een action die verzonden werd naar de store. Een container is dan weer verantwoordelijk voor het verkrijgen van data. Om die data te verkrijgen wordt er gebruik gemaakt van de connect functie (voor de store) en een functie die de data uit de state neemt en deze mapt naar zijn eigen props. Een container is ook verantwoordelijk voor het dispatchen van actions. (Redux, 2018) Het probleem zit bij het samenvoegen van 2 react-redux apps tot 1 app. Er is geen manier bekend om beide stores te behouden in 1 project. Dit is relevant omdat er toch een aantal hits op Overflow (2018) te vinden zijn voor dit probleem. 2 React projecten die elk afzonderlijk een Redux store gebruiken kunnen

als ze samengevoegd worden momenteel maar de volledige functionaliteit van 1 store gebruiken. Onderzoeksvraag:

- Op welke manier kunnen de stores van 2 react-redux apps onafhankelijk functioneren in 1 app?

## A.2 State-of-the-art

Zoals eerder vermeld is er zeer weinig documentatie te vinden over dit probleem. Er zijn wel een aantal vragen in die richting op Stack Overflow gesteld. De antwoorden die op deze vragen gegeven zijn, bieden geen oplossing op lange termijn of bieden geen schaalbaarheid/uitbreidbaarheid. Er zal veel tijd gestoken worden in het verdiepen van de GitHub repository van Redux, geschreven door Dan Abramov, 2016. Er is wel documentatie te vinden over de Redux-store sharen in meerdere components binnen hetzelfde project. Hier staat een uitgewerkt voorbeeld van op Stack Overflow door b.g (2017). Het wordt echter onduidelijk wanneer we de Redux-store willen sharen tussen meerdere projecten.

## A.3 Methodologie

Er zal geprobeerd worden een uitbreiding te schrijven op de bestaande Redux library. Zoals eerder vermeld houdt een redux store eigenlijk de hele state-tree van de applicatie vast. De bedoeling van deze uitbreiding zal zijn om een draaiende app te hebben met 2 onafhankelijke stores van 2 projecten. Deze realisatie zal gebeuren door het ene project om te zetten naar een npm-package. Op deze manier kunnen geëxporteerde componenten makkelijk geïmporteerd worden in het andere project. Met de uitbreiding zal geprobeerd worden om een store toe te voegen aan het project, zonder dat de andere store daar enige invloed van ondervindt. Om dit te kunnen realiseren zal het react-redux patroon goed moeten bestudeerd worden. Daarbij kan ook naar Flux (2015) en MobX (2017) gekeken worden om eventuele analogieën door te trekken. In dit onderzoek zullen een aantal grafieken worden gemaakt met de gemiddelde rendertijd van verschillende oplossingen (met bv: nesting en reducers importeren). Anderszijds wordt er ook naar de lines of code gekeken. Een groot criteria hierbij is dan het dupliceren van code of het vervuilen van de applicatie door code toe te voegen die ze eigenlijk niet nodig zou moeten hebben.

## A.4 Verwachte resultaten

Zoals eerder aangegeven worden er een aantal oplossingen verwacht. Enerzijds kan een nesting van de stores een mogelijke oplossing bieden, maar de vraag is dan of alle functionaliteit wordt behouden. Door het schrijven van de uitbreiding kan de rendertijd hoger zijn dan normaal. Een andere oplossing is door de reducers van het ene project

samen te voegen met de reducers van het andere project, waarbij een hoger aantal lines of code verwacht wordt.

## **A.5 Verwachte conclusies**

Een verwachte conclusie bij nesting is dat mogelijks niet alle functionaliteit behouden wordt. Een kopie nemen van de reducers van het ene project is geen efficiënte oplossing en wel om deze reden: stel dat er een update gepushed wordt naar de npm-package dan zou men alle reducers opnieuw moeten kopiëren naar het andere project. Tevens vervuilt dit ook de hoofdapplicatie.





## Bibliografie

- Abramov, D. [Dan]. (2015). Verkregen van [https://medium.com/@dan\\_abramov/smart-and-dumb-components-7ca2f9a7c7d0](https://medium.com/@dan_abramov/smart-and-dumb-components-7ca2f9a7c7d0)
- Abramov, D. [Dan]. (2016). Redux [Github]. Verkregen van <https://github.com/reactjs/redux>
- Bemelmans, T. & Heemstra, F. (g.d.). *Complexiteit en beheersbaarheid van software* (proefschrift, Technische Universiteit Eindhoven).
- Benedetto, S. D. (2016). React + Redux container Pattern. Verkregen van <https://www.thegreatcodeadventure.com/the-react-plus-redux-container-pattern/>
- b.g, S. (2017). How to share redux store in multiple components.
- Container Components. (2015). Verkregen van <https://medium.com/@learnreact/container-components-c0e67432e005>
- Elliott, E. (2016, maart 26). Master the JavaScript interview: What is a pure function? Verkregen van <https://medium.com/javascript-scene/master-the-javascript-interview-what-is-a-pure-function-d1c076bec976>
- Flux. (2015). Flux. Verkregen van <https://facebook.github.io/flux/>
- Haldar, M. (2017). reactjs component lifecycle methods. Verkregen van <https://hackernoon.com/reactjs-component-lifecycle-methods-a-deep-dive-38275d9d13c0>
- Holtkamp, J. (2016, oktober 16). Verkregen van <https://medium.com/@holtkam2/react-redux-understanding-components-containers-actions-and-reducers-a2f9287bfb92>
- Lerner, A. (g.d.-a). Redux actions. Verkregen van <https://www.fullstackreact.com/30-days-of-react/day-20/>
- Lerner, A. (g.d.-b). What is JSX? Verkregen van <https://www.fullstackreact.com/30-days-of-react/day-2/>
- MobX. (2017). MobX.js. Verkregen van <https://mobx.js.org/>
- npm. (g.d.). npm. Verkregen van <https://docs.npmjs.com/getting-started/what-is-npm>
- Overflow, S. (2018). Stack Overflow. Verkregen van <https://stackoverflow.com>

React. (2018). React.js. Verkregen van <https://reactjs.org/>

Redux. (2018). Redux.js. Verkregen van <https://redux.js.org/>

Sharif, A. (2015). Understanding the React Component Lifecycle. Verkregen van <http://busypeoples.github.io/post/react-component-lifecycle/>

Zalmoxius. (2015). Verkregen van <https://github.com/reduxjs/redux-devtools>