



nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

Isaac Nyabisa Oteyo

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**DisCoPar-Kilimo: A Low-Code Development Environment Geared
Towards Smart Agriculture Applications**

Curriculum vitae

Isaac Nyabisa Oteyo behaalde zijn masterdiploma in 2017 aan de Makerere University, Oeganda. In oktober 2017 begon hij onder de begeleiding van Prof. Dr. Elisa Gonzalez Boix, Prof. Dr. Wolfgang De Meuter en Dr. Angel Luis Scull Pupo aan zijn doctoraat in het Software Languages Lab (SOFT), Departement Computerwetenschappen, Vrije Universiteit Brussel. Zijn doctoraat concentreerde zich op low-code development environments (LCDE's) voor smart applicaties in de landbouw. Het onderzoek dat leidde tot zijn doctoraat thesis werd gepresenteerd en gepubliceerd op internationale en nationale workshops, conferenties en journals. Hij heeft twee journal papers, drie conferentie papers en twee workshop papers als eerste auteur alsook één conferentiepaper als tweede auteur. Zijn onderzoek werd gefinancierd door VLIR-UOS IUC, een organisatie die samenwerking tussen universiteiten en hoge scholen in het Noorden en Zuiden financiert.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Slimme landbouwapplicaties (SAA's) worden gebruikt om de landbouwactiviteiten in moderne boerderijen te verbeteren. Vandaag de dag is het ontwerpen en implementeren van SAAs moeilijk en duur. Typisch zijn SAA's systemen die gedistribueerde componenten in microcontrollers, smartphones en cloudservices orkestreren. Er zijn hoogopgeleide ingenieurs nodig om SAA's te implementeren, omdat er zorgvuldig met (network) distributie moet worden omgegaan om de verschillende onderdelen waaruit het systeem is opgebouwd met elkaar te laten communiceren. Bekwame ontwikkelaars zijn echter "moeilijk te vinden". Verder is de netwerkinfrastructuur in op het platteland beperkt en onbetrouwbaar, wat er voor zorgt dat er vaak geen of haperende verbindingen zijn. Dit proefschrift beoogt de implementatie van SAA's en softwaretechnieken te bestuderen om domeinexperts in staat te stellen ze te implementeren.

SAA's worden vaak opgebouwd met behulp van tekstuele PL's die kennis van softwareontwikkeling vereisen, kennis die domeinexperts vaak missen. Low-code ontwikkelomgevingen (LCDE's) zijn opgedoken als alternatief voor gebruikers zonder technische expertise. LCDE's bieden visuele programmeeromgevingen met "kant-en-klare" componenten, waardoor softwareontwikkeling toegankelijker wordt voor alle technische vaardigheidsniveaus. Er zijn echter een aantal limitaties die de verspreiding van LCDE's voor de ontwikkeling van SAA's in de weg staan. Ten eerste missen de nieuwste LCDE's componenten voor het specificeren van berekeningen op apparaten die in de omgeving zijn geïnstalleerd (bijvoorbeeld boerderijen). Ten tweede zijn er geen componenten voor het coördineren van de communicatie tussen apparaten in de omgeving. Tot slot is er beperkte ondersteuning voor het afhandelen van storingen tussen de verschillende componenten wanneer netwerken onbeschikbaar worden.

In dit proefschrift identificeren we vier categorieën van componenten gericht op het faciliteren van de ontwikkeling van SAA's met behulp van een LCDE. De componenten omvatten functionaliteiten voor het observeren van omgevingscondities, het ondersteunen van berekeningen op apparaten die geïnstalleerd zijn in de omgeving, het coördineren van de communicatie tussen de verschillende componenten en tot slot het effectief afhandelen van netwerkstoringen. We prototypen vier componentencategorieën door een bestaande LCDE, DisCoPar, uit te breiden met "kant-en-klare" componenten die zijn afgestemd op SAA's. De resulterende LCDE, die we DisCoPar-Kilimo hebben genoemd, gebruikt een flow-gebaseerde programmeeromgeving waar applicaties worden voorgesteld als onderling verbonden bouwblokken die gegevens naar elkaar kunnen verzenden. De bouwblokken vertegenwoordigen softwarecomponenten die specifieke rekentaken uitvoeren in de toepassing. De componenten worden gepresenteerd in een palet waaruit domeinexperts kunnen kiezen en ze gebruiken om software te bouwen. De belangrijkste bijdrage van dit proefschrift is de identificatie van de essentiële eigenschappen en gemakkelijk inzetbare componenten die nodig zijn voor het bouwen van SAA's. Op technisch gebied dragen we bij met DisCoPar-Kilimo, een domeinspecifieke LCDE voor het implementeren van SAA's. Om de effectiviteit van DisCoPar-Kilimo te beoordelen, hebben we een op scenario's gebaseerde validatiemethode toegepast en met succes zeven representatieve slimme landbouwscenario's erop geïmplementeerd. Vier van deze scenario's waren gebaseerd op de geïdentificeerde eigenschappen, terwijl de overige drie waren afgeleid uit bestaande literatuur. De geïmplementeerde scenario's laten zien hoe DisCoPar-Kilimo kan worden gebruikt om SAA's te bouwen en hoe flexibel het is om SAA's te implementeren. Uit de geïmplementeerde scenario's blijkt dat DisCoPar-Kilimo intuïtief kan worden gebruikt door domeinexperts, omdat het problemen bij het ontwikkelen van toepassingen, zoals geheugenbeheer en het coördineren van communicatie, die veel tijd kunnen kosten om handmatig te configureren, verbergt. Als conclusie kan gesteld worden dat DisCoPar-Kilimo uniek is en beschouwd kan worden als de eerste in zijn soort van een nieuwe en toekomstige generatie LCDE's voor SAA's.

Promotors:

Prof. Dr. Elisa Gonzalez Boix (VUB)
Prof. Dr. Wolfgang De Meuter (VUB)
Dr. Angel Luis Scull Pupo (VUB)

De verdediging heeft plaats op

**Vrijdag 26 januari 2024 om 17u30 in
Auditorium I.0.02.**

De verdediging kan ook online gevolgd
worden via <https://shorturl.at/cvX47>

Samenstelling van de jury

Prof. Dr. Ann Nowe (VUB, voorzitter)
Prof. Dr. Abdellah Touhafi (VUB,
secretaris)
Prof. Dr. Robert Hirschfeld (University of
Potsdam, Duitsland)
Prof. Dr. Engineer Bainomugisha