

Projektszám: 91öu5	HUF 1.406.500,- EUR 375,-
Pályázó neve: Starkné dr. Werner Ágnes	Intézménye: Pannon Egyetem, Veszpém
Projektpartner neve: Univ. Prof. Dr. Peter Auer	Intézménye: Montanuniversität, Leoben
Pályázat címe: Modeling and Knowledge-Based Diagnosis of Process Systems Using Process Mining and Artificial Intelligence	

A projekt jellege: (kérjük bejelölni)

- ◆ Workshop, konferencia
- ◆ Publikáció, tananyag
- ◆ Kutatási együttműködés
- ◆ Oktatási program

Beszámoló/Eredmények

A projekt 2015. július 1-én kezdődött. Elkészült egy vázlatos munkaterv, amely kiküldésre került a partner egyetemnek véleményezésre.

2015. 07. 06-tól voltam először a leobeni Montan Egyetemen egyeztetni az elkövetkezendő év terveit, feladatait. Bemutattam a leobeni kollégáknak az egyetemünket, tanszékünket, az itt folyó munkát (Leoben_2015_07_06_SWA.pdf). A látogatásokra általában prezentációkkal is készültünk, a fájl nevek zárójelben fognak szerepelni a későbbiekben, amely összefoglalja, hogy milyen témákról, problémákról beszéltünk, egyeztettünk.

Hazatérve kollégáimmal elkezdtünk foglalkozni az ágens technológia, folyamatbányászat, megerősítéses tanulás témakörökkel, illetve ipari logok beszerzésén fáradoztunk. Korábban megerősítéses tanulással nem foglalkoztunk, ennek a területnek a feltárásában voltak segítségünkre a leobeni kollégák.

Prof. Peter Auer először 2015. 08. 31-én látogatott el Veszprémbe. Egy tanszéki szemináriumot is szerveztünk Megerősítéses tanulás címmel (Szeminarium_PA_2015_09_01.pdf, Veszprem_2015_09_01_PA.pdf), amelyen a kar több oktatója, kutatója és részt vett. Ezen kívül beszámoltunk az addig elvégzett munkáról (Veszprem_2015_08_31_SWA.pdf, Veszprem_2015_09_01_SWA.pdf).

2015. 11. 12-én két hallgatónknak - Ábrahám Gyula és Bálint Levente - volt lehetősége kiutazni Leobenbe. Mivel egy keretrendszer fejlesztésén is elkezdtünk dolgozni, ezért elsődlegesen az ehhez kapcsolódó fejlesztéseket mutatták be, illetve a megerősítéses tanulás felhasználási lehetőségeiről beszélgettek ütemezési feladatokhoz. (Leoben_2015_11_15_AGY.pdf).

Közben kialakult, hogy egy főcélja az együttműködésnek az lehet, hogy fejlesszünk ki egy olyan megerősítéses tanulást alkalmazó algoritmust, amely gyártás ütemezési feladatokhoz alkalmazható. Ez egy igen nehéz feladat, de bízunk abban, hogy a gyártás ütemezés területén szerzett tapasztalataink, illetve a Montan egyetemi kollégák megerősítéses tanulás területén szerzett tapasztalatai integrálhatóak lesznek.

2016. 01. 26-án az első elképzelésekkel kerestem meg leobeni kollégáinkat, akik sok iránymutató ötlettel segítettek a továbblépést (Leoben_2016_01_27_SWA.pdf).

Közben idehaza 3 hallgató szakdolgozata és diplomadolgozata keretében témavezetőként Dulai Tibor és Werner Ágnes a felvetett témák kidolgozásán munkálkodtunk.

2016. 02. 20-án Dulai Tibor kollégám utazott ki az addigi eredmények bemutatása és a továbblépés egyeztetése céljából (Leoben_2016_02_21_DT.pdf).

2016. 04. 11-én érkezett egyetemünkre Ronald Ortner a Montan Egyetemről, akinek bemutattuk a keretrendszerünk új változatát. Ez a keretrendszer workflow típusú feladatok ütemezésére alkalmas. Segítségével tudjuk a folyamatokat modellezni, a gyártási folyamatokhoz kapcsolódó adatok könnyen rögzíthetőek és általunk fejlesztett ütemező algoritmusok futtathatóak. Egyeztettük a megbeszélésen, hogy esetleg milyen módon lehetne a lehetőségeket bővíteni, mit lehetne javítani, fejleszteni.

2016. 05. 25-én látogatott el újra a Pannon Egyetemre Prof. Peter Auer. Neki megmutattuk a fejlesztett keretrendszerbe integrált folyamatbányászati modult. Ennek a modulnak a segítségével lehetővé válik, hogy az ütemezések hatékonyabbá váljanak az által, hogy folyamati adatokból rejtett információkat feltár a modul. Az így kinyert információk majd felhasználhatóak lesznek a megerősítéses tanulást alkalmazó megoldásunknál is. (Veszprem_2016_05_26_SWA.pdf)

A másik témakör, amivel a megbeszélésen foglalkoztunk, a megerősítéses tanulás felhasználása ütemezési feladat megoldásához. Beszámoltunk arról, hogy milyen típusú feladatoknál, milyen módon lehetne a megerősítéses tanuláson belül a Q-tanulást alkalmazni és jobb eredményeket elérni, mint más megoldásokkal (Veszprem_2016_05_27_SWA.pdf). Felvetődött ehhez kapcsolódóan egy továbbfejlesztési lehetőség a Q mátrix értékeinek a számítására, amelyet a jövőben fogunk implementálni és tesztelni. Ha ez beválik, akkor akár tudományos cikk közös megírására is lehetőség nyílhat. Ez minden féle képpen a további együttműködés lehetőségét hordozza magában.

A projekt zárásaként 2016. 06. 26-tól Dulai Tibor és Werner Ágnes látogatott el a Montan Egyetemre. Ebben a pár napban véglegesítettük a projekt beszámolót és egyeztettük a további együttműködési lehetőségeket.

Eredmények:

I. Elkészült dolgozatok:

1. Workflow feldolgozást támogató keretrendszer
2. A megerősítéses tanulás módszerének alkalmazása gyártási folyamatok erőforrás alapú ütemezéséhez
3. Ütemezés folyamat- és adatbányászati-alapú hatékonyság növelése
4. Részben elkészült: Ütemezett munkafolyamatok valós lefutásainak konformancia vizsgálata

II. Keretrendszer ütemezési és folyamatbányászatiból származó adatok tárolására, ütemezési algoritmusok futtatásához

Összefoglalás: A projekt során az egyeztetések zökkenő mentesen zajlottak. Prof. Peter Auer és Prof. Ronald Ortner mindig nagyon segítőkész és barátságos volt hozzánk. Tapasztalatukkal, észrevételeikkel sokat segítettek nekünk, hogy közelebb kerüljünk, és valamennyire megértsük a megerősítéses tanulás témakörét, fel tudjuk térképezni a megerősítéses tanulás és a gyártás ütemezés lehetséges összekapcsolási pontjait.

Projektnummer: 91öu5		HUF EUR
Antragsteller: Starkné dr. Werner Ágnes	Institut: Pannon Universität, Veszpém	
Projektpartner: Univ. Prof. Dr. Peter Auer	Institut: Montanuniversität, Leoben	
Titel: Modeling and Knowledge-Based Diagnosis of Process Systems Using Process Mining and Artificial Intelligence		

Art der Förderung:

- ◆ Workshop, Konferenz
- ◆ Publikation, Lehrmaterial
- ◆ Forschungsprojekt
- ◆ Unterrichtsprojekt

Bericht/Ergebnisse

Das Projekt begann am 1. Juli im Jahre 2015. Ein Arbeitsplan wurde von den Partneruniversitäten gemeinsam erstellt.

Ich war das erste Mal am 6. Juli 2015 an der Montanuniversität in Leoben, wo wir die Aufgaben und Pläne für das nächste Jahr besprochen haben. Ich habe unsere Universität, unseren Lehrstuhl und unsere Forschungstätigkeit vorgestellt (*Leoben_2015_07_06_SWA.pdf*). Für diese gegenseitigen Besuche haben wir jeweils Präsentationen vorbereitet, die im vorliegenden Bericht auch angeführt sind. Sie skizzieren die besprochenen Themen und Fragestellungen.

In diesem Projekt haben wir uns mit *agent technologies*, *process mining* und *reinforcement learning* beschäftigt. Das Thema *reinforcement learning* war für uns neu, und wir konnten uns mit Hilfe der Leobener Kollegen darin einarbeiten.

Prof. Peter Auer besuchte Veszprém das erste Mal am 31. August 2015. Anlässlich des Besuchs haben wir am Lehrstuhl ein Seminar zum Thema *reinforcement learning* organisiert (*Szeminarium_PA_2015_09_01.pdf*, *Veszprem_2015_09_01_PA.pdf*), an dem viele Forscher, Lehrende und Studierende teilgenommen haben. Außerdem haben wir die bereits fertig gestellten Arbeitsschritte besprochen (*Veszprem_2015_08_31_SWA.pdf*, *Veszprem_2015_09_01_SWA.pdf*).

Am 12. November 2015 hatten zwei Studenten – Gyula Ábrahám und Levente Bálint – die Möglichkeit nach Leoben zu fahren. Da wir begonnen hatten, uns mit dem Entwurf und der Implementierung des Gesamtsystems zu beschäftigen, haben unsere Studenten die dazu gehörenden Entwicklungen vorgestellt und weiters die Anwendungsmöglichkeiten von *reinforcement learning* für *scheduling problems* besprochen (*Leoben_2015_11_15_AGY.pdf*). Dabei hat sich gezeigt, dass die Entwicklung eines auf *reinforcement learning* basierenden Algorithmus für *scheduling problems* als Hauptziel des gemeinsamen Projekts anzusehen ist. Trotz einiger Schwierigkeiten waren wir der Meinung, dass unsere Erfahrungen im Bereich *resources scheduling* und die Erfahrungen der Kollegen in Leoben im Bereich *reinforcement learning* integriert werden können.

Am 26. Januar 2016 habe ich unsere Konzepte dazu den Kollegen in Leoben vorgestellt, die mit wesentlichen Hinweisen und Ideen weiterhelfen konnten (*Leoben_2016_01_27_SWA.pdf*).

In Veszprém wurden diese Themen in drei von Tibor Dulai und Ágnes Werner betreuten Fach- bzw. Diplomarbeiten weiter bearbeitet. Am 20. Februar 2016 war mein Kollege Tibor Dulai in Leoben, um die Ergebnisse zu vorzustellen und das weitere Vorgehen zu besprechen (*Leoben_2016_02_21_DT.pdf*).

Am 11. April 2016 ist Ronald Ortner von der Montanuniversität an unsere Universität gekommen. Ihm wurde der aktuelle Stand des Gesamtsystems vorgestellt, das für das *scheduling* von *workflows* geeignet ist. Mit Hilfe unseres Systems können wir die

Arbeitsschritte und Prozessabläufe modellieren, die zugehörigen Daten aus dem Produktionsprozess erfassen und Algorithmen für das *scheduling* ausführen. Mit Ronald Ortner haben wir Erweiterungsmöglichkeiten und Verbesserungen des Systems besprochen.

Am 25. Mai 2016 war Prof. Peter Auer zum zweiten Mal in Veszprém. Schwerpunkt der Diskussion war das Modul zum *process mining*, das in das Rahmensystem integriert wurde. Dieses Modul ermöglicht weitere Informationen aus den Prozessdaten zu extrahieren und so das *scheduling* zu verbessern. Diese Informationen können auch für das *reinforcement learning* nutzbar gemacht werden (*Veszprem_2016_05_26_SWA.pdf*).

Ein weiteres Thema der Besprechung war wieder die Verwendung von *reinforcement learning* für *scheduling*. Dabei ging es vor allem darum, wie und für welche Problemstellungen durch die Verwendung von *Q-learning* eine Verbesserung des *scheduling* erreicht werden kann (*Veszprem_2016_05_27_SWA.pdf*). Als aussichtsreicher Ansatz erwies sich die Berechnung einer vereinfachten *Q-Matrix*, die implementiert und getestet werden sollte. Die Ergebnisse sollen in einer gemeinsamen Publikation veröffentlicht werden, die auch Grundlage einer weiteren Zusammenarbeit sein kann.

Zum Abschluss des Projekts waren Tibor Dulai und Ágnes Werner am 26. Juni 2016 in Leoben. Es wurde der gemeinsame Projektbericht finalisiert und die Möglichkeiten für eine weitere Zusammenarbeit besprochen.

Projektergebnisse:

I. Angefertigte Master- und Bakkelaureatsarbeiten:

1. Workflow processing support framework (MSc)
2. Application of reinforcement learning method for manufacturing (MSc)
3. Increase efficiency of scheduling based of process- and datamining (BSc)
4. Conformance checking of scheduled workflow's logs (BSc, in Fertigstellung)

II. Gesamtsystem für die Verwendung von *scheduling*-Algorithmen

Zusammenfassung: Die Zusammenarbeit im Projekt verlief völlig reibungslos. Prof. Peter Auer und Prof. Ronald Ortner waren äußerst hilfreich und trugen durch ihre Erfahrung und mit ihren Anregungen wesentlich dazu bei, dass wir das Thema *reinforcement learning* verstehen und die Verbindung bzw. Anwendung zum *resource scheduling* untersuchen konnten.

Abschlußbericht

Weitere Fragen zu den Ergebnissen:

1. Nutzung und Verbreitung der Ergebnisse:

Welchen konkreten Nutzen konnten Sie und Ihr Kooperationspartner aus dem Projekt gewinnen. Bitte denken Sie insbesondere an Publikationen, Experimente, gemeinsame Seminare, Sommerschools und/oder an eine anderweitige Umsetzung in die Praxis.

Ein Seminar zum Thema *reinforcement learning* wurde am Department für Elektrotechnik und Informationssysteme der Pannonischen Universität in Veszprém organisiert. Als weiteres Ergebnis der Zusammenarbeit soll eine Publikation über die gewonnen Erkenntnisse entstehen.

2. Durchführung:

Welche konkreten Änderungen gegenüber der Planung ergaben sich hinsichtlich Inhalte und Mitarbeit/Anzahl der Teilnehmer während des Projektverlaufes?

Der Arbeitsplan wurde wie geplant eingehalten. Balázs Kőszegi ist an die Budapest University of Technology and Economics gewechselt und wurde durch Levente Bálint ersetzt.

3. Bewertung:

Bitte führen Sie besonders positive, aber auch negative Beobachtungen und Erfahrungen an. Ev. langfristige Auswirkungen Ihres Projektes?

Positiv: Wir hatten die Möglichkeit, mit ausländischen Kollegen zusammen zu arbeiten, ihren Bereich kennenzulernen und andererseits unsere eigene Arbeit und unsere Universität bekannter machen.

4. Perspektiven:

Hat sich eine Fortführung der Kooperation ergeben?

- a. Welche geplante Fortführung gibt es?
- b. Welche konkrete Fortführung gibt es?

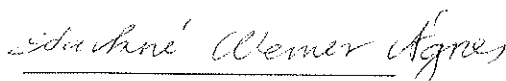
Die Einreichung eines Folgeprojekts ist für die nächste TÉT-Ausschreibung bzw. für die Ausschreibung einer Wissenschafts- und Erziehungskooperation AKTION Österreich-Ungarn geplant. Das Folgeprojekt soll auch ein Stipendium für einen Doktoratstudenten enthalten.

5. Verbesserungsvorschläge:

Nenne Sie uns, Bitte, Verbesserungsvorschläge, wie Sie Ihre Arbeit oder wie wir unseren Service besser gestalten könnten?

Wir waren sehr zufrieden.

Datum: 28. 06. 2016.


Antragsteller (Unterschrift)


Projektpartner (Unterschrift)

