

## DynaCon

Dynamic knowledge-based (re)configuration of cyber-physical systems

|                                 |  |                        |               |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | IKT der Zukunft, IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - 5. Ausschreibung (2016)  | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.11.2017   | <b>Projektende</b>     | 31.10.2020    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2017 - 2020  | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | cyber-physical systems, stream reasoning, configuration, reconfiguration, knowledge-based, artificial intelligence, knowledge representation and reasoning |                        |               |

### Projektbeschreibung

Cyber-physische Systeme (CPS) sind (z.B. eingesetzt in den Bereichen IT-basierte Verkehrssteuerung, Kommunikationsnetze und Logistiksysteme) in der Regel einer stetigen Veränderung der Umgebungsbedingungen, der Zielvorgaben aber auch der inneren Verhältnisse eines CPS unterworfen. Z.B. müssen die Regelung von Verkehrsströmen und die Steuerung von Kommunikationsnetzwerken zur Erreichung eines möglichst optimalen Systemverhaltens bei Fehlern, geänderten Anforderungen oder Angriffen reagieren.

Um trotz dieser Dynamik ein optimiertes Zielverhalten zu erreichen, sind CPS mit einer flexiblen Struktur ausgestattet. Sowohl die vorhandenen Komponenten als auch deren Parametrierung und Vernetzung können verändert werden, um das gewünschte Systemverhalten zu erreichen. Damit unterliegen flexible CPS einer stetigen Rekonfiguration, um ein Gesamtverhalten zu optimieren.

Die erfolgreichsten Techniken zur Konfiguration und Rekonfiguration von technischen Systemen basieren zurzeit auf Methoden der Wissensverarbeitung. Dabei werden sowohl die technischen Möglichkeiten eines Systems als auch das Bereichswissen formal in einer Repräsentationssprache beschrieben und durch vollständige und korrekte Schlussverfahren optimierte Konfigurationen erzeugt. Die Vorteile dieses Ansatzes sind eine höhere Lösungsqualität sowie eine erhebliche Reduktion der Entwicklungs- und Wartungskosten von (Re)Konfiguratoren im Vergleich zu prozeduralen Ansätzen. Derzeit ist wissensbasierte (Re)Konfiguration mit ihren Vorteilen für CPS nicht verfügbar.

DynaCon hat das Ziel, die verfügbaren Techniken der wissensbasierten (Re)Konfiguration in zweifacher Weise voranzutreiben, sodass eine breite Anwendung für CPS ermöglicht wird:

Erstens soll eine Dynamisierung erreicht werden. Der Input, d.h. die Beschreibung der aktuellen Konfiguration, der Konfigurationsaktionen sowie der Zielvorgaben werden nicht als statisch betrachtet, sondern als Datenstrom. Die Anpassung der Konfiguration an die Umweltbedingungen erfolgt kontinuierlich, wobei unnötige Rekonfiguration vermieden wird.

Zweitens soll die Effizienz der gegenwärtig vorhandenen Schlussverfahren signifikant gesteigert werden, sodass große Instanzen von (Re)Konfigurationsproblemen unter engen zeitlichen Einschränkungen gelöst werden können. Dies ist eine große Herausforderung.

Im Rahmen von DynaCon werden die Verbesserungen durch automatisierte (Re)Konfiguration in vier ausgewählten Anwendungsbereichen demonstriert: (1) Die stetige Re-Konfiguration von IT-basierten Verkehrsleitsystemen ermöglicht eine bessere Lenkung des städtischen Straßenverkehrs. (2) Die rasche Re-Konfiguration von Informationsnetzwerken zur Steuerung von Energienetzen erhöht die Verfügbarkeit. (3) Die automatische und schnelle Reaktion auf Anomalien, Überlastungen und Ausfälle in Kommunikationsnetzen von kommerziellen Informationsdienstleistern verbessert die Produktivität sowie das Service. (4) Die rasche Reaktion auf Störungen im operativen Bereich der Eisenbahnlogistik reduziert Transportkosten im Bahnbereich.

## **Abstract**

Cyber-physical systems (CPS), e.g. applied in the areas of IT-based traffic control, communication networks and logistics systems, are generally subject to a steady change in the ambient conditions, the objectives, but also the internal conditions of a CPS. E.g. the control of road traffic and the management of communication networks to achieve optimized system behaviour must respond to errors, changed user requirements, or attacks.

In order to achieve an optimized system behaviour in spite of this dynamic setting, CPS are equipped with a flexible structure. Both the existing components including their parameterization and networking can be changed in order to realize the desired system behaviour. Thus, such flexible CPSs are subject to a continuous re-configuration task to optimize their overall behaviour.

The most successful techniques for configuring and reconfiguring technical systems are currently based on knowledge-based methods. In this approach, the technical possibilities of a system and domain knowledge are formally described in a representation language, and optimized configurations are created from the description by using complete and correct reasoning systems. The advantages of this approach are an increase in the solution quality while at the same time achieving a considerable reduction of the development and maintenance costs of (re)configurators compared to procedural programming.

Today, the technology of knowledge-based (re)configuration with its advantages is not available for CPS. The goal of DynaCon is to advance the currently available techniques of knowledge-based (re)configuration in a twofold manner, such that this technology is enabled for a broad range of CPS:

First, dynamic reconfiguration in a time-sensitive manner will be achieved. The input, i.e. the description of the current configuration, the configuration actions as well as the system objectives, is not regarded as static, but as a data stream. The adaptation of the configuration to the environmental conditions is carried out continuously, where unnecessary adaptations should be avoided.

Second, the efficiency of the currently available reasoning procedures will be significantly increased so that large instances of (re)configuration problems can be solved under tight time constraints; this poses a major challenge.

Within DynaCon, the improvements are demonstrated by automated (re)configuration in four selected application areas: (1) DynaCon enables a continuous re-configuration of IT-based road traffic control systems; this results in better management of urban road traffic. (2) DynaCon allows a rapid re-configuration of communication networks to control power generation; this increases availability. (3) DynaCon permits automatic and rapid response to anomalies, overloads and failures in communication networks of commercial network service providers; this increases productivity and service quality. (4) DynaCon enables a rapid response to disturbances in the operation of railway logistics; this reduces transport costs.

### **Projektkoordinator**

- Universität Klagenfurt

### **Projektpartner**

- KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft
- Siemens Aktiengesellschaft Österreich
- LTE Logistik- und Transport- GmbH
- Net4You Internet GmbH
- Technische Universität Wien