



A Study of Timed Automata for Self-Adaptive System

Wansik An*

Department of Physical Educations, SungKyul University

ABSTRACT

Many phenomenons and systems in real world can be adapted their behavior in reaction to a given usage situation, and using the possibilities of sensors. We are surrounded with a hugh number of communicating and interacting things. Such a system is characterized by being distributed with a smart device or component from a large class. In addition, many cellular phone applications are able to provide a context-aware behavior, in which expose more flexible service and conventional software APP. However, by changing conditions on the dynamic environment act in an undesire behavior on their system. And also, by the undesirable behavior, web services such as power cells and embedded systems can be rely on their resources. Moreover, It can also be caused by the failure of certain resources or nodes in their system that provide to the quality of service and accuracy. After all, Adaptive systems typically use information about their system environment to adapt themselves to certain usage situations. Accordingly, this paper is required newly design methodology for Self-Adaptive with enable to a various systems. For this reason, we design formal description exploration model-based architecture. Especially, we present to optimization with synthesizing and optimizing system level for self-adaptive system, as well as propose Formal specification method for designing self-adaptive system. Futhermore, we show a classification of big data with methodological approach, and provide useful implications with their formation and evolution method.

© 2018 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Context-aware behavior, Self-Adaptive, Formal Description Exploration Model, Reconfiguration Architecture, Self-Adaptive System

ARTICLE INFO : Received 21 September 2018, Revised 9 October 2018, Accepted 12 October 2018.

*Corresponding author is with the Department of Physical Education, Sungkyul University, Sungkyul University-ro

53, Manan-gu Aanyang-si, Gyeonggi-do, 14097, KOREA.
E-mail address: aws119@sungkyul.ac.kr

1. 서론

소프트웨어에 의존하는 시스템의 사용은 매우 빠른 속도로 성장하고 있다. 이러한 시스템은 하나의 큰 클래스로부터 스마트 기기 또는 구성요소와 함께 배포되는 것을 특징으로 한다. 동적 환경이 변화하는 동작 조건에 따라 시스템 상에서 원하지 않는 방식으로 행동 할 수 있으며, 바람직하지 않는 행동의 예로 전력 전지 및 임베디드 시스템과 같은 웹 서비스의 자원에 의해 제공되고 있으며, 또한 서비스 품질 및 정밀도로 인한 시스템 내부의 특정 자원 또는 노드의 장애로부터 기인할 수 있다[1-3]. 위치 정보 서비스 및 네트워크 연결은 이상적인 도메인 간의 문제로 관리되는 시스템으로 알려져 있으며, 특정 도메인 응용 프로그램에 의해 관리된다 [4]. 또한, 관리 시스템으로 알려진 적응 엔진은 이와 같은 시스템에 요구되는 성능, 강인성 및 개방성 같은 일부 품질 문제를 해결하기 위해, 관리 시스템에 의해 제공되는 기능을 확장한다 [5]. 따라서, 자가 적응형 시스템은 적응 동작을 추론하기 위해 시스템 및 그 환경의 표현을 필요로 한다. 범용적으로 사용되는 기법은 관리 시스템에서 자가 적응 재구성 추론을 지원하기 위해 관리 시스템의 추상화를 제공하는 아키텍처 모델을 적용한다. 이것은 아키텍처 기반 자체 적응 재구성으로 알려져 있으며, 이것을 실현하는 인식 방법으로는 MAPE-K 피드백 루프(Feedback Loop)를 이용하는 것이다 [6]. 따라서, 본 논문에서는 방법론적 접근 방법을 통해 빅데이터의 분류체계를 제시하고, 이에 따른 형성 및 진화 방안에 대해 유용한 시사점을 제공하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 빅데이터

빅데이터의 개념은 양, 생성 속도, 다양한 형태의 3V(Volume, Velocity, Variety)에 초점이 맞춰져 있다. 하지만, 오늘날 빅데이터의 가치를 찾기 위한 모든 연관 활동을 의미하는 것으로 범위가 점차 확대되고 있다. 데이터 크기에 초점을 맞춘 빅데이터의 정의는 기존 DB, SW로 저장, 관리, 분석하기 어려운 정도로 거대하고 방대한 자료를 의미한다. IDC에서는 다양한 종류의 대규모 데이터로부터 저렴한 비용으로 가치를 추출하고 초고속 수집, 발굴, 분석을 지원하도록 고안된 차세대 기술 및 아키텍처로 빅데이터의 범위를 데이터를 통한 업무 수행에 초점을 맞추어 정의를 내리고 있다 [7][8]. 이러한 빅데이터의 개념과 분야는 조직의 업무 특성과 데이터를 바라보는 입장에 따라 다양한 시각과 이해가 존재하지만, 점차 그 범위는 확대되고 있다. 또한, 데이터 속에서 가치있는 정보를 찾고 인포 그래픽스(Info Graphics)로 이해하기 쉽게 표현하여 알기 쉽게 전달하고 정보를 원하는 사람과 기관에 판매하는 비즈니스 과정을 전부 포괄한다 [9]. 이처럼 최근 많은 연구에서는 빅데이터를 데이터 자체를 넘어서 가치있는 정보를 추출하여 활용하기까지의 일련의 과정과 관련된 기술, 도구 및 인력, 조직, 산업으로 그 의미를 점차 확대하고 있다.

2.2 의미론적 소셜 데이터

소셜 미디어 분석의 중요성과 더불어 많은 도구 개발 및 연구가 진행됨에 따라, 정보추출에 기반한 내용 분석과 메타 데이터의 구조적 정보에 기반한 네트워크 분석으로 나눌 수 있다. 정보 추출에 기반한 내용 분석과 관련된 대표적인 기술은 감성분석과 노출추이 분석이다. 감성분석은 시간대별 특정 개체와 연관된 감성의 변화를 분석하는 기술이다. 또한, 극성에 기반하여 긍정, 부정 및 중립으로

범주를 구분하고, 사용자의 텍스트 콘텐츠를 해당 범주로 분류하는 방법론이다 [10]. 구조 정보에 기반한 네트워크 분석은 대부분의 트윗의 확산 분석 및 영향력자 분석 기술에 집중되어 있다[11]. 트윗의 확산 분석은 네트워크 그래프로 분석하는 기술로서, 확산 형태를 분석하고 그래프의 유형을 분류함으로써, 해당 트윗이 로봇에 의해 생성된 스팸인지 여부를 판단 할 수 있다 [12][13]. 이처럼, 소셜 미디어의 다양한 측면들 중 하나를 분석하거나 텍스트에 국한된 요약 기술들이 개별 분석 결과만으로 소셜 미디어 전체의 양상이나 흐름을 파악하기에는 한계가 있으며, 텍스트가 아닌 그래프를 위한 텍스트 요약 기술로서는 활용될 수 없다. 이러한 문제점을 해결하고자 독립적인 다양한 소셜 미디어 분석 도구를 이용하여 데이터를 분석하고, 개별 분석 결과를 취합하고 상관성을 파악하여 소셜 미디어 전체 양상과 흐름을 파악하는 빅데이터의 기술 발전이 요구된다 [14][15].

3. 제안 연구

3.1 정형 방법

정형명세(Formal Specification)라는 수학적 표기법을 사용하여 소프트웨어 혹은 하드웨어가 포함되는 시스템의 특성 및 기능을 서술하며 증명 가능한 사항에 대해 증명하는 기법으로 정의할 수 있다. 따라서 이 방법은 명세에 대한 수학적 완전성, 정확성, 일관성을 증명할 수 있어야 한다. 다른 방법에 비해 정형방법의 우수성이 있다면 신뢰성, 안전성을 증명해야 하는 응용에 대해 기존의 어떤 방법보다도 명확한 답을 줄 수 있다는 점이다. 정형 명세가 기존의 컴퓨터 프로그램과 근본적으로 다른 점은 서술 방식에 있다. 정형 명세는 어떤 시스템이 반드시 만족시켜야 할 조건들을 입, 출력

자료 혹은 시스템의 행위를 대상으로 서술을 한다. 예를 들어 “특정 제어점에서 입력되는 자료는 0.0001 오차 범위를 초과해서는 안되며, 이 자료를 사용하는 프로세스는 외부 프로세스와 0.2초 내에 동기화 되어야 한다.”는 조건을 집합이론, 대수 논리 혹은 술어 논리에 바탕을 수학적 기호들로 표기한다. 소프트웨어 개발에 있어 수학적 표기를 사용할 경우 기대되는 장점으로 다음을 들 수 있다. 첫째로, 논리체계의 엄밀성으로 인해 애매성 및 모호성이 제거된 표기법만을 허용한다는 점이다. 둘째로, 수학이 가지는 추상성으로 인해 군더더기 정보와 구현 중속적인 정보를 초기에 제거함으로써 시스템의 핵심을 이해하는데 도움을 준다. 셋째로, 잘 조직된 정리와 공리 체계를 사용하여 제시하되 명제에 관한 증명이 가능하다.

3.2 타임드 오토마타

타임드 오토마타는 노드와 전이의 조합으로 구성된다. 노드와 전이에 클락 변수를 사용해서 시간 제약성을 명세할 수 있다. 전이는 노드 간의 전이 발생 조건을 나타내는 가드와 동기, 그리고 전이 이후의 변수 값 설정을 위한 할당으로 구성된다. 동기에서 사용되는 ‘!’ 기호는 이벤트를 보내는 경우를 나타내고, ‘?’ 기호는 이벤트를 받는 경우를 나타낸다. TIMES는 태스크를 가지는 노드에 최악 실행 시간과 데드라인을 가지는 태스크를 명세할 수 있는 확장된 타임드 오토마타를 사용한다. <그림 1>은 태스크를 가지는 확장된 타임드 오토마타 기반 시스템 모델을 나타낸다.

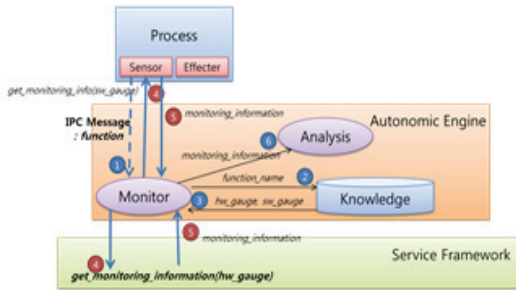


그림 1. 타임드 오토마타 기반 시스템 모델
Figure 1. Timed Automata-based System Model

3.3 타임드 오토마타 메커니즘

타임드 오토마타 모델 실행 메커니즘과 태스크 실행 메커니즘은 이와 같다. 모델 실행 메커니즘은 Brickos_kernel.c 소스 파일에 정의된 check_trans()와 clear_and_set() 함수로, Check_trans() 함수는 타임드 오토마타 모델에서 모든 활성 전이의 가드, 동기, 할당을 실행하는 역할을 수행한다. 활성 전이는 모델의 현재 노드에서 나가는 전이로, check_trans()에서 활성 전이의 가드와 동기 조건이 만족되면, clear_and_set() 함수가 호출 실행된다. Clear_and_set() 함수는 전이 조건을 만족한 활성 전이가 가리키는 노드를 현재 노드로 변경하여 정보를 갱신하며, 현재 노드에 태스크가 명세되어 있으면 태스크를 릴리즈 한다. 태스크 실행 메커니즘은 CCS.c (모델 파일 이름이 CCS.xml인 경우, CCS.c 파일 생성) 소스 파일에 정의된 taskname() 함수에 의해 구성된다. main() 함수에서 생성된 태스크들의 초기 상태는 대기로, 태스크 릴리즈일 경우에는 모델 실행 메커니즘의 clear_and_set() 함수에 의해 수행되고, 태스크 작업 수행이 종료되면 태스크는 다시 대기 상태로 진입한다. <그림 2>는 이에 대한 정형 방법을 기반으로 한 자가 적응형 타임드 오버타임 결과를 볼 수 있다.

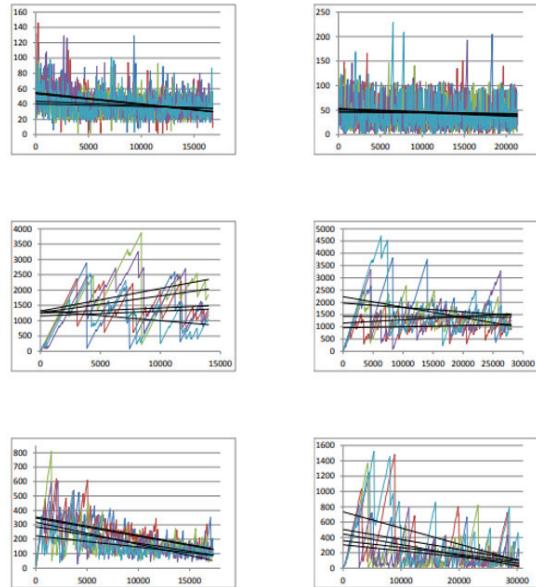


그림 2. 자가 적응형 타임드 오버타임 결과
Figure 2 The result of Self-Adaptive Timed Overtime

4. 결론

타임드 오토마타는 노드와 전이 조합의 구성으로 노드와 전이에 클락 변수를 사용해서 시간 제약성에 대한 명세와, 노드 간의 전이 발생 조건을 나타내는 가드와 동기, 그리고 전이 이후의 변수 값 설정을 위한 할당으로 구성된다. 본 논문에서는 타임드 오토마타 모델로부터 자동 생성된 TIMES 도구 기반 코드를 엄격한 실시간 제약성을 지원하는 플랫폼 기반 코드로 변환하기 위한 가이드라인을 제안하였다. 또한, 자가 적응형 빅데이터 시스템 기반 코드가 모델 명세대로 실시간 내장형 시스템에서 정상적으로 동작함을 확인하였다. 향후 연구에서는 타임드 오토마타 모델이 만족한 검증 속성들을 상세 모델링하여 플랫폼 기반 코드를 만족하게 하는 기법 연구를 수행하고자 한다.

References

- [1] R. Alur, and D. L. Dill, *A theory of timed automata*, In: Theoretical Computer Science 126, pp. 183-235, 1994
- [2] K. Angelopoulos, V. E. S. Souza, and J. Pimentel. *Requirements and architectural approaches to adaptive software system: a comparative study*, In: Proceedings of the 8th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems, IEEE Press. 2013, pp. 23-32, 2013.
- [3] J. Bengtsson, and W. Yi. *Timed automata: semantics, Algorithms and Tools*, In Lecture Note on Concurrency and Petri Nets. Ed. by W. Reisig and G. Rozenberg. LNCS 3098. Springer-Verlag, 2004.
- [4] J. Bradbury, *A survey of self-management in dynamic software architecture specifications*, In: Workshop on Self-Managed Systems. 2004.
- [5] D. Breitgand, E. Henis, and O. Shehory. *Automated and adaptive threshold setting: Enabling technology for autonomy and self-management*, In: International Conference on Automatic Computing. 2005.
- [6] M. Broy, I. H. Kruger, and M. Meisinger. *A formal model of services*, In: ACM Transactions on Software Engineering and Methodology(TOSEM), Vol. 16. Issue 1, No. 5, Feb. 2007.
- [7] Y. Brun, Giovanna Di Marzo Serugendo, Cristina Gacek, Holger Giese, Holger Kienle, Marn Litoiu, *Engineering self-adaptive systems through feedback loops*, In: Software Engineering for Self-Adaptive Systems. Springer-Verlag, 2009.
- [8] J. Camara, C. Canal, and G. Salaun, *Behavioural Self-adaption of services in ubiquitous computing environments*, In: Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems, 2009.
- [9] C. Canal, P. Poizat, and G. Salaun, *Model-based adaptation of behavioral mismatching components*, In: IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 34, No. 4, pp. 546-563, 2008.
- [10] B. H. C. Cheng, *Software engineering for self-adaptive systems: A research roadmap*, In: Software Engineering for Self-Adaptive Systems, Vol. 5525. Lecture Note in Computer Science, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 1-26, 2009.
- [11] E. M. Clarke, and J. M. Wing. *Formal methods: State of the art and future directions*, In: ACM Computing Survey, Vol. 28, No. 4, pp. 626-643, 1996.
- [12] A. Filieri, C. Ghezzi, and G. Tamburrelli. *A formal approach to adaptive software: Continuous assurance of non-functional requirements*, In: Form. Asp. Computing. Vol. 24, No. 2, pp. 163-186, 2012.
- [13] D. G. de la Iglesia, and D. Weyns. *MAPE-K formal templates to rigorously design behaviors for self-adaptive systems*, In: Transactions on Autonomous and Adaptive Systems. To appear, ACM. 2014.
- [14] H. Gomaa, Koji Hashimoto, Minseong Kim, Sam Malek, Daniel A. Menasce, *Software adaptation patterns for service-oriented architectures*, In: Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing. SAC '10. Sierre, Switzerland: ACM, pp. 462-469, 2010.

- [15] M. Gualtieri, *The forrester wave: Big data predictive analytics solutions*, Q1 2013, Forrester research, 2013.
- [16] J-H. Kim, S-T. Hwang, *Adaptive consistency approaches for cloud computing platform*, International Journal of Software Engineering and Its Applications, Vol. 9, No. 7, Jul. 2015.



Wan Sik An received the bachelor's degree and the M.S. degree in the Department of Physical Education from the Hanyang University in 1987 and 1990. He received the Ph.D. degree in the Department of Physical Education from Dan-kuk University in 2001, respectively. He has been a professor in the Department of Physical Education at Sungkyul University since 2005. His current research interests include Gymnastics, Sport Biomechanics. He is life member of the KAHPERD, KSSB, KSGS, KSSLS.
E-mail address: aws119@sungkyul.ac.kr

자가적응 시스템을 위한 타임드 오토마타에 관한 연구

안완식

성결대학교 사범대학 체육학과 교수

요 약

실세계의 다양한 현상과 시스템들은 주어진 사용 상황에 따라 반응하며 센서에 의한 다양한 정보를 제공하며, 그들의 행동을 조절할 수 있다. 우리는 수많은 의사소통과 상호작용하는 것들에 의해 제공 받는다. 또한, 많은 휴대 전화 응용 프로그램은 보다 유연한 서비스를 수행하고자 기존 소프트웨어 앱에서의 상황 인식 소프트웨어에 의존하고 있다. 하지만, 동적 환경에 따라 변화는 조건들은 시스템 상에서 원하지 않은 방식으로 행동할 수 있다. 게다가, 바람직하지 않은 행동들에 의해, 전력전지 및 임베디드 시스템들과 같은 웹 서비스 자원에 의존할 수 있다. 또한, 서비스 품질 및 정밀도로 인해 시스템 내부의 특정 자원 또는 노드의 장애로부터 기인할 수 있다. 결국, 적응형 시스템은 일반적으로 시스템 환경에 대한 정보를 활용하여 특정 사용 상황에 적응하고자 한다. 이에, 본 논문에서는 다양한 시스템에 적용 가능한 자가적응형 설계 방법을 제안하고자 한다. 형식 설명 탐색 모델 기반 아키텍처를 설계하고, 자가 적응형 시스템을 위한 정형 명세 방법론을 제안한다. 나아가, 방법론적 접근 방법을 통해 빅데이터의 분류체계를 제시하고, 이에 따른 형성 및 진화 방안에 대해 유용한 시사점을 제공하고자 한다.