

실시간 임베디드 시스템 상황 정보 서비스를 위한 확장된 Petri-Net 모델링

Expanded Petri-Net Modeling for Real Time Embedded System Context-awareness Service

양승원, 이재봉
우석대학교 게임콘텐츠학과

Seung-Weon Yang(yangy123@ws.ac.kr), Jae-Bong Lee(jbonglee2007@gmail.com)

요약

컴퓨터 환경에서 한 가지 사건으로 상황이 특징 지워지기도 하지만, 일반적 상황 인식은 공간과 시간을 포함하는 다양한 사건들에 의해서 결정되어 진다. 상황 인식 서비스 관계 설정 방법으로 임베디드 시스템 상황 인식을 시공간적으로 취급하는 것이 요구된다. 물리 공간과 연동되는 시스템의 예외적 동작은 임베디드 시스템의 운영에 심각한 위협과 피해를 초래 할 수 있다.

본 논문은 상황 인식 모델에 시공간적 특성과 예외 관리가 포함 되도록 하는 방법을 제안하고, 이를 확장된 Petri-Net을 이용하여 효과를 확인한다. 실시간 임베디드 시스템 상황 인식을 위해 기본 Petri-Net, 패턴화된 Petri-Net 및 예외 동작을 위한 시공간 Petri-Net 모델 특성을 연구한다. 이 방법을 이용하여 응급의료지원 서비스에 적용 예를 보였다. 본 연구를 통해 시공간 Petri-Net을 사용한 응용 개발 뿐 만 아니라 예외 처리를 위한 시공간 상황 인식 모델링에 기여 할 것이다.

■ **중심어** : | 실시간 임베디드 시스템 | 상황 인식 | 패트리넷 | 시공간 | 예외 처리 |

Abstract

Some context is characterized by a single event in computing environment, but many other contexts are determined by a lot of things which occur with a space and a time. The Realtime Embedded System context-awareness service that interacts with the physical space can have property such as time. The exceptional behaviors of the system that interact with physical space can result in critical damage and cause danger to the operation of an embedded system.

we propose an approach which should include spatio-temporal property and exceptional management in the context model, and verify its effectiveness using an expanded Petri-Net. The context-awareness service modeling of an embedded system is discussed the properties of model such as basic Petri-Net, patterned Petri-Net, or Spatio-temporal Petri-Net for the exceptional behaviors of the system. The proposed methodology demonstrated using an example that is emergency medical service. The use of expanded Petri-Net will contribute not only to develop the application but also to model the spatio-temporal context awareness for the exceptional handling.

■ **keyword** : | Realtime Embedded System | Context-awareness | Petri-Net | Spatio-temporal | Exceptional Handling |

* 본 논문은 2010년 우석대학교 학술연구지원과 지식경제부 지정 우석대학교 수소연료전지 RIC의 지원에 의해 작성되었음.

* 이 논문은 2010년도 제4회 정보통신분야학회 합동학술대회 우수논문입니다.

접수번호 : #101202-006

심사완료일 : 2011년 01월 11일

접수일자 : 2010년 12월 02일

교신저자 : 이재봉, e-mail : jbonglee2007@gmail.com

1. 서론

디지털 기기들로 넘쳐나는 실세계는 가상적 전자공간과 상호 공존하는 것이 인간 생활의 보편적 상황임을 보여주고 있다. 물리적인 실세계의 현상들은 물리적 방법이 아닌 전자적 방식에 의한 감지가 이루어지고 있으며 감지된 많은 자료들은 끊임없이 수집, 저장되어 검색 될 수 있고 인간의 생활을 보다 편리를 위해 능적으로 처리되고 분석되어 진다.

임베디드 시스템은 망의 발전과 실시간 처리로 점점 거대해 지고 다양한 기능들의 요구에 따라 점차적으로 복잡해지고 있다. 물리적 세계의 자원과 전자적인 세계가 상호 연동에 의해 작동되는 임베디드 시스템은 제어 흐름에 의해서 자원과 자료의 흐름이 결정되므로 소프트웨어와 하드웨어가 동시에 설계되고 구현되어야 하는 특징이 있다[1].

실시간 임베디드 시스템 개발과 제공은 무선디지털 통신 기술의 발달, 무선 인터넷 기술 및 모바일 컴퓨팅 기술의 급속한 발전에 힘입어 보다 많은 데이터를 고속으로 이동 중에도 송수신이 가능하게 됨으로 위치 기반의 시스템과 관련 기술 적용이 적극적으로 추진되고 있다. 특히, 위치 정보는 임베디드 시스템 환경에서 중요한 정보라고 할 수 있으며 이를 위한 새로운 시스템 모델링이 요구되어 진다. 개발된 많은 위치 기반 서비스 기술들이 상황에 대한 정보의 수집을 이용한 시스템을 개발하고 있으나, 형식화된 모델링을 지원하지 못하고 특정한 경우에 따라 구현되고 있다. 실시간 임베디드 시스템 정보를 수집하는 모든 물리적 공간에 대하여 모든 사물과 대상이 지능화되고 전자공간에서 상황 정보 데이터베이스 정보를 공유하는 한 단계 발전된 서비스의 제공을 위해서는 현재의 상황이 명확히 인식되고 목적에 맞는 데이터베이스 정보가 제공되어야 한다. 실시간 임베디드 시스템을 통한 상황 인식을 위한 모든 물리적 공간의 지능화된 데이터베이스 정보 서비스를 위해 시간과 공간의 제한을 극복하여 주변 상황의 인식 및 위치 인식이 함께 접목 되어야 한다.

다른 소프트웨어 개발 방법과 달리 임베디드 소프트웨어의 개발은, 물리적 세계와 상호 작용하면서 디이나

믹하게 실시간으로 동작되므로 예외 사항은 물리적인 손상 등과 같이 심각한 문제가 발생 할 수 있다. 따라서 하드웨어에 의존된 기능적 요구사항을 설계단계부터 고려하여야 구현 시 소프트웨어와 하드웨어 차이점을 해결하는데 도움이 될 수 있고 구현 시 발생 될 수 있는 물리적 문제를 발견하는데 중요한 역할을 할 수 있다.

임베디드 시스템은 물리적 환경에서 복잡하고 다양한 상황을 발생 시키므로 요구사항 분석 단계에서부터 예외적인 상황 정보가 고려되어야 한다. 예외 상황은 정상적인 흐름으로부터 벗어나게 하는 사건을 의미하며 잘 못된 것이 아니다[2].

상황 인식에 대한 기존의 연구들은 임의의 특정 상황이나 응용 서비스에 대하여 상황 정보를 취급하는 것에 초점이 맞추어져 있다[3]. 점차적으로 다양한 응용에 활용하기 위한 일반적 상황 모델에 대한 연구가 진행되고 있다. 상황 인식과 인식의 모델링을 위한 정보의 습득, 관리 표현 등의 명확성을 위한 다양한 방법들이 제시되고 있다[4][5]. 시간 임베디드 시스템 환경에서 상황 인식 서비스를 위한 모델은 포괄적 상황에서 제시된 모델로써 적절한 모델링이 어렵다. 명확한 상황 인식과 적절한 사용자의 판별에 따른 서비스 제공을 위해 시스템의 동시적 또는 병행적 프로세서를 표현하기 위한 모델링 방법인 Petri-Net을 상황 인식 모델에 적용한 연구가 활발히 진행 중이다. Colored PN은 Petri-Net을 확장하고 소스코드를 생성하였고, Timed PN은 상황 인식 정보에 유효시간을 표현하였으며, Synchronized PN은 상황과 응용 행동을 표현하여 가용성 평가에 유용하게 적용하도록 하였다[6][7].

위와 같은 연구들은 실시간 임베디드 시스템 상황 정보 인식의 예외처리가 포함된 공간적 요소와 시간적 요소가 알고리즘에 적용되기 어려운 점이 있다.

상황 인식 연구에 있어서 Cioara[3]과 Po-Cheng[8]은 정보 수집 방법에 대한 것이며, 상황 정보의 분류와 처리 규칙 대해 연구 하였다. Qi[9]는 플랫폼 기반 컨텍스트(context)의 관리 방법을 제시하였다. 위의 연구들은 시나리오 중심의 상황 정보를 수집하는 방법을 제시하고자 하였으며, 상황 정보의 서비스를 위하여 상황 정보의 요소를 구분하고자 하였다. 이러한 연구들은 실

시간 임베디드 시스템을 통한 상황 정보 수집에서 이동 및 고정 등의 실제적 상황 인식 서비스 모델이 제시되지 않았기 때문에 적절한 서비스 제공이 곤란하다. 임베디드 시스템 정보를 위한 상황 인식은 위치 정보의 관리가 필수적이지만 기존의 연구에서 수용 되지 못한 면이 있다. 임베디드 시스템에 대한 상황 정보는 물리적 상황의 명확한 인식과 지능적 판단에 따른 정확한 서비스가 요구된다.

본 논문은 실시간 임베디드 시스템의 상황 정보를 하드웨어와 소프트웨어 환경을 고려하여 구분하고 Petri-Net을 확장하고자 한다. 확장된 Petri-Net은 물리적 공간의 예외 상황 뿐 만 아니라 시공간 요소를 포함하여 모델링하는 것이 목적이다.

본 논문은 제 2장에서 관련 연구, 제 3장에서 상황인식 추론 모델, 제 4장에서 비교 검토 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

실시간 임베디드 시스템의 상황인식 서비스는 수집된 자료를 바탕으로 정보를 구성하고 다양한 상황을 인식하며 적절한 서비스를 제공하는데 목표가 있다.

2.1 상황 정보 추론 모델링

상황인식에 대하여 특정 상황 뿐만 아니라 일반적 상황 등에 다양하게 응용하기 위한 연구가 진행되었다. 상황인식 서비스는 상황 정보의 표현 방법과 정보 교환을 위한 모델 등을 많은 연구들이 진행되어 왔다. 단순 데이터 구조 모델, 마크업(mark-up) 스키마 모델, 다이어그램과 그래픽 요소를 이용하는 모델, 객체 지향적 모델, 온톨로지(ontology) 기반 모델 및 추론하는 모델 등이 있다[4][10][11].

실시간 임베디드 시스템의 상황인식에서 공간 자료는 물리적 위치를 가지는 임베디드 시스템의 상황 자료의 수집에 중요한 부분이 된다. 실시간 임베디드 시스템의 상황 인식 자료의 의미와 중요성 향상을 위한 시간적 요소와 공간적 요소의 동시적 획득과 시공간 데이

터의 체계적인 관리, 검색 공간 처리 기능, 시공간 정보 분석을 통한 시공간 상황의 인식 관리가 요구된다. 시공간 속성은 임베디드 시스템 상황 정보 서비스 성격을 결정하는 중요한 요소가 된다.

2.2 예외상황 서비스

실시간 임베디드 시스템에서 오류가 아닌 제어의 정상 흐름으로부터 벗어나는 예외상황을 미리 고려하여 관리함으로써 시스템의 신뢰성 및 성능을 향상시킬 수 있다.

임베디드 시스템은 물리적 실세계와 상호 작용하면서 실시간으로 작용하므로 시스템 예외 상황 처리는 예외 상황 발생 영역에 따라 물리적 환경인 하드웨어 예외 상황과 논리적 예외 상황인 소프트웨어 예외 상황으로 구분 한다. 예외 상황 발생 시 제어권 전달 방법에 따라 직접 호출되는 프로시듀어에만 전달되는 단일 호출과 관련 프로시듀어 모두에게 전달되는 다중 호출방법이 있다. 예외 상황 처리 결과에 따라 재개되거나 종료되어 진다. 임베디드 시스템에 대한 많은 연구에는 임베디드 시스템 모델을 물리적 세계와 상호 작용 관계를 가지는 data flow와 control flow으로 구분하여 설계하고, 형식화하여 표현 하였고, 표준화된 UML을 이용하거나, 병행 제어를 위해 하드웨어와 소프트웨어의 co-design을 고려하여 동시성 처리를 수용하여 임베디드 시스템을 설계하였다[12][13].

위 연구들은 임베디드 시스템의 특징인 디지털 제어 기능인 동시적 특성, 회화적 특성 그리고 형식적 내용이 잘 표현되도록 설계하지 않았으며 예외 상황에 대한 고려가 미흡하다.

Lemos는 소프트웨어 개발 과정의 초기 단계에서 예외 처리를 표현하고자 하였으나, 이는 소프트웨어 관점에서만 다루어졌으며, 물리적 영역과 연동되는 임베디드 시스템의 특성을 반영하지 못하고 있다[2].

2.3 Petri-Net

서브시스템의 명세가 유연하고 회화적으로 기술되는 Petri-Net은 사건과 동작의 명세가 명확하고 시간 제약적이고 동시적 명세 기능을 가지므로 임베디드 시스템

상황 정보 서비스 기술에 유용하다.

기존 Petri-Net에 대한 연구에는 이산적 시스템에서 토큰의 실시간 식별 방법을 두 가지로 구분하여 처리한 알고리즘을 제시하거나 전사적 비즈니스 작업 흐름을 해석하는데 이용되었다[14-16].

Petri-Net은 Hack에 의해 수학적 모델이 이론적으로 잘 정리되어 있으며, 다음과 같이 정의하였다. Petri-Net은 $\langle P, T, F, M \rangle$ 의 튜플로 정의된다.

$$P = p_1, p_2, \dots, p_n$$

($n \geq 0$)는 플레이스(place)의 유한 집합을 의미한다.

$T = t_1, t_2, \dots, t_m$ ($m \geq 0$)는 트랜지션(transition)의 유한 집합을 나타낸다. $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ 는 정방향의 관계 함수의 정의역이다. $M: P \rightarrow I$ ($I = 0, 1, 2$)은 플레이스 토큰의 수를 의미한다[13].

플레이스는 조건, 사건 및 그들 간의 관계를 서술하는 규칙으로 구성되며 Petri-Net 그래프는 조건과 사건을 플레이스와 트랜지션으로 표현한다. 하나 이상의 토큰을 포함하는 플레이스는 조건을 만족하는 토큰이 선택되어지고, 플레이스와 트랜지션은 화살표(direction arc)로 표현된다. 플레이스의 토큰이 트랜지션에 수용될 수 있을 때 점화될 수 있고 트랜지션이 점화되면 자신의 각 입력 플레이스로부터 토큰을 하나씩 제거하고 각 출력 플레이스에 토큰을 하나씩 추가한다.

임베디드 시스템의 실세계적 요소와 시공간 동시적 특성, 회화적 특성을 위해 Petri-Net의 이용이 효과적이다. 물리 공간과 작용하는 임베디드 시스템의 예외정보 처리가 미흡한 향상된 Petri-Net은 기능의 개선이 필요하다.

이 방법을 이용하여 응급 의료 지원 체계에 대한 적용 예를 보인다. 본 연구를 통해 시공간 Petri-Net을 사용한 응용 개발 뿐 만 아니라 시공간 임베디드 상황 정보 서비스 개발에 기여 할 수 있다.

3. 임베디드 시스템 상황 정보 모델

임베디드 시스템의 상황 정보 서비스 모델링에서 중요한 특징으로 상황 정보의 종류, 시공간의 구분 및 정

보 흐름의 변화뿐만 아니라, 예외 상황 정보의 관리가 있다. 일반적 상황 정보의 인지는 인간의 오감을 통해 수집한 정보를 이용해 생각하고 분석하여 판단하고 행동하는 과정과 일치한다.

임베디드 시스템은 목적하는 단편적 상황 자료가 수집되고 제한된 처리와 일정한 동작이 이루어진다. 정보 통신의 발달은 임베디드 시스템의 능력을 향상 시켰다. 공간적 속성과 시간적 속성을 포함하는 기초 상황 자료의 획득은 임베디드 시스템의 상황 정보 서비스의 신뢰성을 향상 시킬 수 있다.

상황 정보 서비스의 연구들은 자료의 표현 방법 및 응용에 적절한 서비스의 선택 등에 관한 것이다. 임베디드 시스템 데이터의 정의에 있어 수집되는 상황 자료의 시공간적 요소가 포함되지 않으므로 정보의 한계를 내포하고 있다. 시간적 요소나 공간적 요소가 임베디드 시스템 미들웨어 개발에 있어 일반적 속성 자료와 같은 방법으로 취급될 수 있으나, 시간적 특성이나 공간적 속성의 특성에 적합한 처리를 위한 방법이 정의 되어야 한다. 물리적 실세계에 존재하는 임베디드 시스템은 공간적 위치를 가진다. 공간의 위치는 기하적 입장의 속성이다. 공간 속성은 공간의 위치에 놓여 있는 객체의 특징이다. 공간 속성 값은 단지 위치에 종속하고 객체 자체에는 독립적이다. 임베디드 시스템의 공간 관계성은 시스템의 위치에 대한 제약 조건이다. 공간 속성과 공간 관계성은 시간에 따라 기록 될 수 있다. 임베디드 시스템의 상황 자료는 시간에 따라 변화한다. 시간은 시간 시점 시간, 시간 간격 시간 및 시간 주기 시간 등이 있다. 현실 세계의 이력 자료의 각 속성에는 시간 속성을 결합하는 속성 버전화와 시간 속성은 추가하는 타임 버전화가 있다[17][18].

임베디드 시스템의 이력 자료는 시간에 따라 변화하는 상황 자료에 의해 만들어진다. 물리적 현실세계에서 임베디드 시스템의 시공간적 식별은 명확한 임베디드 시스템의 상황 정보 서비스의 제공을 가능하게 한다.

물리적 실세계 상황 정보는 가상 디지털 공간 환경에서 인식되며, 디지털 공간에서 분석 및 판단되고 적절한 서비스가 실세계에 제공되어진다. 서로 다른 환경의 상황 정보는 특정 환경에서 예외 상황의 특성에 따

른 관리의 중요성을 내포하게 된다. 예외 상황 정보의 관리를 위한 프로시듀어는 절차, 방법 및 종류에 따라 구분되는 특별한 제어가 요구된다. 예외 상황 정보 관리의 시스템의 오류가 아닌 시스템의 유연성과 신뢰성 향상을 위한 임베디드 시스템 성능 개선 방법이다.

본 논문은 확장된 Petri-Net을 이용하여 임베디드 상황 정보 인식 모델링에 시공간 자료를 명확히 구분하고 일어날 수 있는 예외 상황의 관리를 모델링 단계부터 적용되는 임베디드 시스템을 구축하고자 한다.

3.1 실시간 예외상황 정보

실시간 임베디드 시스템의 상황 정보 수집은 현재의 상황 자료뿐만 아니라 공간적 상황이 자동적으로 인지되고 상황 정보에 대한 시점과 상황 정보 변화 시점에 대한 이력의 검색과 지능적 판단의 최적의 서비스 제공에 주요한 요소가 된다.

임베디드 시스템의 예외 상황 정보는 시스템의 안정적인 운영과 신뢰성을 향상 시키는 중요한 요소이다. 예외 정보의 명확한 구분은 상황 정보 처리 알고리즘의 결정적 요인이 된다. 제안하는 방법은 임베디드 시스템 상황 정보에 예외 상황 및 시공간 상황 정보 인식에서 최적의 서비스를 제공하는데 초점을 두고 있다. 실시간 임베디드 시스템 예외 상황 모델에 사용되는 정보는 다음과 같다.

【정의 1】 임베디드 시스템 상황 정보 유한 집합

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

$$E = \langle N, A, S, T, X \rangle$$

여기서, N : 임베디드 시스템 상황 정보 이름, A : 임베디드 시스템 상황 정보 속성, S : 임베디드 시스템 상황 공간 속성, T : 임베디드 시스템 상황 시간 속성, X : 임베디드 시스템 예외상황 속성

위의 【정의1】에서 $N = \{n_1, n_2, \dots, n_n\}$ 은 임베디드 시스템 상황 정보에 대한 이름의 유한 집합으로, 임베디드 시스템 상황 정보 이름(n_i)은 문자열이다. $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 는 임베디드 시스템 상황 공간 속성의 유한 집합으로 실세계에 존재하는 임베디드 시스템 상황 공간을 지리 공간으로 모델링 한다. 이홍로[37]

의 정의2에 따라 식별자(ID), 공간 속성 및 포인터(pointer) 자료형의 임베디드 시스템은 지리 객체로서 공간상에 독립적으로 유일하게 공간 속성을 가지고 존재하게 된다. 지리 객체로서 임베디드 시스템은 공간적 속성을 위상 관계성으로 규정되어 진다[17][19]. 이홍로[19]의 정의3에 따라 임베디드 시스템 데이터는 연속적으로 균일하게 분포하는 지리 필드이고, 이홍로[19]의 정리1에 따라 지리 필드와 지리 객체를 연결하기 위한 공간 종속 속성 함수를 포함한다. 이 정리에 의해 지리 객체인 임베디드 시스템의 공간 종속 속성을 임베디드 시스템 데이터가 내포하고 있기 때문에 임베디드 시스템의 공간 종속 속성은 임베디드 시스템 데이터인 지리 필드에 대한 임베디드 시스템 상황 정보의 공간 속성이 된다. 공간적 속성(s_i)은 TM좌표로 표현한다. $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 는 임베디드 시스템 상황 시간 속성의 유한 집합으로 임베디드 시스템 상황 정보의 발생 시간을 나타내는 거래시간을 의미한다[18].

$A = \{A_{TSD}, A_S, A_T, A_{TS}\}$ 는 임베디드 시스템 상황 자료 속성의 유한 집합으로 A_{TSD} 는 시공간 독립 임베디드 시스템 상황 속성으로 임베디드 시스템 일반 속성이 시간이나 공간에 독립적으로 존재하는 속성이다. A_S 는 임베디드 시스템 상황 속성이 공간 요소를 포함하고 있음을 의미한다. 예외 상황 속성 $X = \{x_{pe}, x_{de}, x_{dr}\}$ 는 물리적 예외 상황 유한 집합 x_{pe} 와 디지털 환경에서 소프트웨어 예외 상황 유한 집합 x_{de} 와 x_{dr} 이다. 여기서 x_{pe} 와 x_{de} 는 재개가 불가능한 예외상황이며, x_{dr} 는 예외 상황 처리 후 재개가 가능한 경우이다. 예로 물리적 예외 상황의 경우 임베디드 시스템의 반복적 이상으로 정상적 스캔이 발생하지 않을 경우이다.

3.2 실시간 임베디드 예외 상황 정보 서비스 모델링

실시간으로 처리되는 임베디드 시스템은 다양한 지능적 처리 기능의 요구에 따라 물리적 환경과 소프트웨어 환경의 상호 작용에 의해 작용되므로 임베디드 시스템 상황 정보는 제어의 흐름에 의해 자원과 자료의 흐름이 결정됨으로 하드웨어와 소프트웨어가 동시에 설계되고 구현되어야 한다.

임베디드 상황 정보 설계 시 상황 자료의 종류와 호

름 및 변화를 표현하기 위한 방법으로 모델링 언어가 기본적으로 이용되었으며, 그래픽 기술 언어 등이 이용되기도 한다. 이를 위해 플로우차트, UML 및 Petri-Net과 같은 모델링 표현 방법 등이 상황 인식에 적용되어질 수 있다. 이들은 상황 인식 서비스의 실행 순서와 방법 및 흐름의 변화를 나타낼 수 있다.

임베디드 시스템 상황 정보 서비스 실행 순서에서 흐름 변화 특징을 구체화하기 위해 시공간에 대한 상태 변화의 특징을 명시적으로 기술하여 모델링하고 각각의 상황에서 발생할 수 있는 예외 상황 정보를 물리적 종료 상황, 논리적 종료 상황 및 논리적 재개 상황으로 구체화하여 규정한다. 임베디드 시스템 상황 정보 서비스 상황 규칙, 관계 조건 및 예외 상황 정보 표현을 위한 서비스 모델은 다음과 같다.

【정의 2】 실시간 임베디드 상황 모델
(ExPN : Expanded Petri-Net)

$$ExPN = \langle EC, P, T, R, F, E, XC \rangle$$

여기서, EC : 실시간 임베디드 시스템 상황 정보 유한 집합, P : 실시간 임베디드 시스템 상황 정보 제공요소, T : 실시간 임베디드 시스템 상황에 적용된 규칙 유한 집합, F : 상황 정보 노드 함수, E : 상황 정보 규칙 조건, XC : 실시간 임베디드 시스템 예외 상황 유한 집합

위의 **【정의 2】**에서 EC 는 실시간 임베디드 시스템의 상황 정보의 온톨로지적 집합으로 수집된 상황은 수집 시간과 공간적 요인이 포함되거나 또는 포함되지 않는 유한집합이다. $EC = \{ec_{DST}, ec_s, ec_T, ec_{ST}\}$ 는 시공간에 독립적인 일반적인 상황(ec_{DST}), 시간에 의존적인 상황(ec_T), 공간에 의존적인 상황(ec_s) 및 시공간 의존적인 상황(ec_{ST})의 유한 집합이다. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_i\}$ 는 실시간 임베디드 시스템 정보 제공요소(p_i)로서 실시간 상황 서비스로 소비되며 Petri-Net에서 place에 표현된다. p_i 는 문자열로 표현되는 임베디드 시스템 자료 이름이다. $T = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i\}$ 는 실시간으로 수집된 임베디드 시스템 자료를 분석, 처리하여 추론하는 규칙(τ_i)의 유한 집합으로 transition을 의미한다. τ_i 는 처리 모듈이며 모듈 식별자로 문자열이다. 상황 인식을 위해 적용된 규칙 사이의 관계는 $R = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_x\}$ 로 정의되고 ac

로 나타낸다. 관계 R 의 성립 여부는 참/거짓(1/0)으로 구분된다. 관계가 참일 경우, 수집된 임베디드 시스템 정보는 규칙에 의해 분석되고 규칙과 연관된 관계로 유도되어 모든 토큰에 연계된 후 다음 규칙으로 인계된다. γ_x 는 임베디드 시스템 정보 요소(p_i)에서 처리 모듈(τ_i) 사이의 관계 $p_i \text{ to } \tau_i$ 로 기술한다. F 는 상황 정보 노드 함수로써 특정한 상황 서비스를 위해 노드 사이의 관계를 수학적으로 유도할 수 있다. 상황 정보 규칙 조건(E)을 모델링하게 위하여 IF .. THEN을 이용하여 표기하며 임베디드 시스템 상황 정보 네트워크에서 arc로 표현 된다. $XC = \{x_{se}, x_{sr}\}$ 는 예외상황 정보 유한 집합이며, x_{se} 는 서비스 종료 예외 상황 정보 및 x_{sr} 는 서비스 재개 가능 예외 상황 정보이다.

3.3 확장된 Petri-Net 예외 상황 정보 모델링 구현

실시간 임베디드 상황 정보 모델링을 이용해 응급 의료지원 서비스 위한 임베디드 시스템 상황 정보 서비스를 모델링 한다. 응급 의료 지원이 필요한 상황 정보 서비스를 위해 생체 정보로 맥박, 혈압 등을 수집한다.

Petri-Net을 이용한 시공간 상황 인식 모델링 방법은 3가지 방법을 이용 할 수 있다. 첫째, 시공간에 독립적인 부분을 각각 동시적으로 수행 하도록 하는 값 기반의 인식 모델로 표현 할 수 있다. 모든 정보를 값 기반으로 정의하여 시간과 공간에 독립적인 속성으로 처리하여 동시적으로 진행되는 모델링 방법이다. 둘째, 상황 속성 자료를 특성에 따라 분류하여 표현하는 방법으로 시간 기능, 공간 기능 및 일반 속성 기능의 패턴에 따라 재사용적 방법으로 모델링하여 병행적으로 진행되어진다. 마지막으로 임베디드 시스템 상황 정보의 특성이 상황 정보 인식의 처리 방식과 일치 시키는 모델링 표기 방법으로 시간 요소가 필요한 임베디드 시스템 상황의 경우, 공간 요소의 접목이 필요한 임베디드 시스템 상황의 경우, 시공간 임베디드 시스템 상황이 요구되는 경우, 마지막으로 시공간 독립적인 일반적 상황의 경우를 구분하여 상황 인식 서비스가 적절히 제공 될 수 있는 기반을 갖추도록 한다. 첫 번째와 두 번째의 경우 임베디드 시스템 자료가 상황 수집 단계에서 시간과 공간이 동시 이루어지나 상황 인식이 단계에서 규칙의 적용

을 위해 병행적으로 처리되도록 모델링되어 진다. 병행적으로 규칙의 적용이 발생 되지만 시스템의 실행 결과의 순서적 관계가 발생하여 일반 속성이 시간이나 공간 속성으로부터 분리되어 질 수 있다. 두번째의 경우 첫번째의 중복을 제거하여 기능적으로 규칙을 적용 시킬 수 있으나, 규칙의 적용 후 동시성을 보장하기 어렵다. 마지막은 [그림 1]과 같이 임베디드 시스템 상황 자료가 시간과 공간이 결합되어 처리되는 방법을 모델링하고 있으며 시간이나 공간이 내포되어야 할 일반 속성의 성격에 부합되도록 적용 시킬 수 있다.

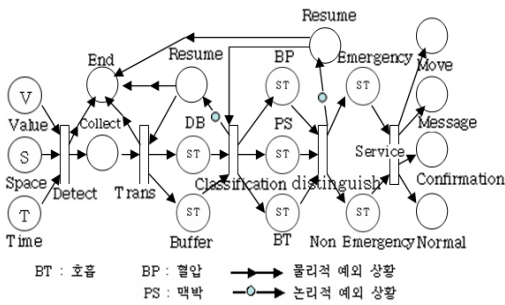


그림 1. 응급 의료지원 ExPN

정의1, 2에 기반한 응급 의료지원 임베디드 시스템 상황 정보를 위한 서비스 알고리즘은 다음과 같다.

```

EC = { DIBSP, MCDSP, ATMSP, CLOSP }
P = { BP, PS, BT, BW }
T = { TS, TT, TA, TD, TX }
R = { MCDtoTS, MCDtoTT, MCDtoTA, MCDtoTD, MCDtoTX, ... }
F(x) = { source, dest }
XC = { Endi, Resumei }
E(x) = {
    if 맥박시간 ≠ Null then 1'PStoTT else empty
    if 맥박위치 ≠ Null then 1'PStoSS else empty
    ...
    if 맥박수 > 65 Null then 1'PStoTD else empty
    ...
    if 1'PStoTX ≠ Null then ResumePS
}
CMCD = < '급성심근경색', 맥박(0), 혈압(0), '00100101', '20100925' >
    
```

응급의료지원 정보에 대한 상황 정보는 시공간 중속 상황으로 응급의료지원 상황 전체집합(EC)은 호흡곤

란(DIB_{SP}), 급성심근경색(MCD_{SP}), 동맥파열(ATM_{SP}) 및 뇌경색(CLO_{SP}) 등이다. 상황 정보를 파악하는 상황 자료(P)은 혈압(BP), 맥박(PS), 호흡(BT) 및 뇌파(BW) 등이다. 상황 인식판단 처리에는 공간정보 판단(T_S), 시간정보판단(T_T), 상황 속성 변화판단(T_A), 시공간 독립 속성 변환 판단(T_D) 및 예외상황 속성 판단(T_X) 등이다. 응급의료지원 상황 정보에 적용된 규칙 사이의 관계(R)의 원소인 MCDtoT_S는 급성심근경색(MCD)과 공간 정보 판단(T_S) 사이의 관계 설정, MCDtoT_T는 급성심근경색(MCD)과 시간 정보 판단(T_T) 사이의 관계 설정, MCDtoT_A는 급성심근경색(MCD)과 상황 정보 속성 변화 판단(T_A) 사이의 관계 설정, MCDtoT_D는 급성심근경색(MCD)과 시공간 독립속성 변화 판단(T_D) 사이의 관계 설정 등이다.

응급 상황 판단은 신경학적 응급증상, 심혈관계 응급증상, 중독 및 대사장애, 외관적 응급증상, 출혈, 안과적 응급증상, 알러지, 소아과적 응급증상 및 정신과적 응급증상 등이다[20]. E(x)는 심혈관계 응급증상인 급성심근경색에 대한 응급의료지원 상황 판단 알고리즘이다.

if 맥박시간 ≠ Null then 1'PStoT_T else empty에서 “맥박시간” 속성이 존재하면 관계 PStoT_T는 1로 설정됨을 의미하며 급성심근경색 상황 정보 서비스를 위해 PStoS_S와 PStoT_T이 1로 설정되고 PStoT_X와 PStoT_D는 0으로 설정되며 혈압(PS)과 맥박(BP)값이 0으로 설정되어 C_{MCD} = < '급성심근경색', 맥박(0), 혈압(0), '00100101', '20100925' >의 급성심근경색 경보 상황 정보를 서비스한다.

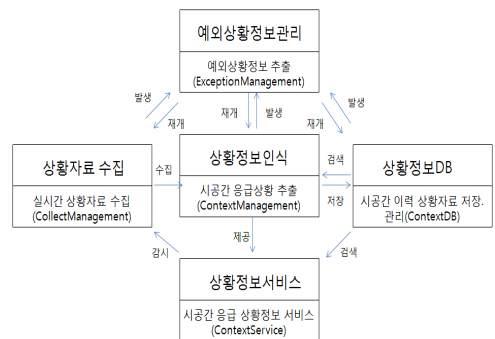


그림 2. 실시간 임베디드 시스템의 상황 정보 서비스 흐름도

[그림 2]는 실시간 임베디드 시스템의 상황 정보의 서비스 흐름도이다. 수집되는 상황 자료로는 혈압, 맥박, 호흡 및 뇌파 등이다. 자료의 수집을 위해 CollecManagement를 정의한다. 응급상황 자료로서 시공간적 요소를 포함하지 않은 경우 특정하고 적절한 응급의료지원 상황 정보를 서비스하기 어렵다. 상황 자료 데이터베이스는 시공간적으로 수집된 상황 자료의 관리를 위한 기능을 가져야 하며, 시간 데이터베이스 기능인 이력 자료의 관리 기능과 공간 데이터베이스의 관리 기능인 공간 연산의 기능이 포함된 상황 정보 관리 데이터베이스가 제공되어야 한다. 시공간 데이터를 위해 ContextDB를 정의하고 이용한다. 응급상황 인식을 위해 시공간적으로 수집된 자료가 시간과 공간을 포함하는 인식을 위해 ContextManagement를 사용한다. 실시간 응급 상황 정보는 사용자의 요구나 응급 상황 사건의 발생에 의해 서비스되며, 공간적 요소를 표현하는 서비스가 제공되도록 응용이 구현된다.

본 논문은 실시간 임베디드 시스템 상황 정보의 응급의료지원 서비스를 위해 확장된 Petri-Net을 제안하고 모델링하였으며 상황 추적을 위해 windowsXP운영체제하에서 JAVA언어 기반 알고리즘을 구현하였다. 센싱 상황 이력 자료와 분석 상황 저장, 관리 및 검색을 위해 Oracle을 사용하였다.

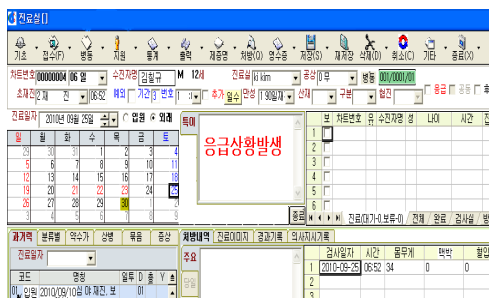


그림 3. 응급의료지원 상황 정보 서비스 예

[그림 3]은 응급의료지원 상황 정보서비스 예를 나타낸 것이다. 병원의료정보관리 시스템의 진료실 화면에서 응급의료 상황 정보 알림을 나타내고 있다.

4. 비교 및 검토

본 논문은 실시간 임베디드 예외 상황 서비스에 확장된 Petri-Net의 모델링을 이용하였다. 임베디드 시스템의 상황 정보에 시공간 속성의 포함 여부는 상황 정보 서비스의 정확성에 대한 의미 있는 결과를 내포한다. 물리 공간과 소프트웨어 공간의 상호 작용은 적절한 예외 상황의 고려가 필요하다.

표 1. 임베디드 상황 정보 서비스 속성 비교

구분	시공간속성		예외상황속성		기타
	시간	공간	물리적 (H/W)	논리적 (S/W)	
Po-Chang [8]	0	0			
Lemos[2]				0	
Qi[9]					0
본논문	0	0	0	0	

Po-Chang은 실제 상황인식 서비스 성능 향상을 위해 시간적 요소와 공간적 요소를 필요에 따라 분석하고 적용하였지만 예외상황 정보에 대해 고려하지 않았다. Lemos는 임베디드 시스템에서 예외 상황 중 소프트웨어 설계 초기 단계에서 고려되었지만 시공간적 속성이 고려되지 못하였다. Qi는 임베디드 상황 정보 서비스 개발에서 상황을 처리 시작점으로 취급하였다. 본 논문은 임베디드 상황 정보의 정밀한 서비스를 위해 시공간 속성을 일반 속성과 구분하고 예외 상황 정보를 별도로 처리하여 시스템의 신뢰성과 효율성을 재고하였다.

5. 결론

본 논문은 임베디드 상황 정보 서비스 응용을 개발하기 위한 모델링 방법과 구현에 관한 것이다. 모델링 방법은 임베디드 상황 정보 서비스 자료에 시공간 속성을 포함하기 위해 개선된 Petri-Net을 이용하여 표현하고 예외 상황 정보의 처리를 위해 확장된 Petri-Net으로 기능을 추가하여 모델링 하였다.

임베디드 상황 정보가 시공간 속성에 종속되어 있는

경우 효과적인 상황 정보 서비스의 제공이 명확하고 정밀하게 이루어 질 수 있으며, 예외 상황을 물리적 환경과 논리적 환경 등으로 구분하고 이를 상황 정보 서비스의 종료나 재개를 결정하기 위한 방법으로 이용하였다.

본 연구는 거대화되고 지능화되는 임베디드 상황 정보 서비스 개발에 예외 정보 처리가 고려 되도록하여 신뢰성과 효율성이 개선된 시스템 개발에 기여 할 것으로 기대되지만 임베디드 상황인식에서 예외 정보의 시공간적 연구가 부족하다.

향후 연구 방향으로 추론 엔진에 대한 임베디드 상황 정보 시스템에 시공간 예외 상황 정보가 고려된 모바일 임베디드 시스템의 연구에 관한 것이다. 더불어 임베디드 상황 정보 시스템의 개발의 효과적인 방법의 제공을 위해 툴킷에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] M. Varea, B. M. Al-hashimi, L.A. Cortes, P. Eles, and Z. Peng, "Dual Flow Nets: Modeling the Control/Data-Flow Relation in Embedded Systems," *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, Vol.5, No.1, pp.54-81, 2006(2).
- [2] R. de Lemos. *Analysing Failure Behaviours in Component Interaction*. UKC Computing Laboratory Technical Report. 2001.
- [3] T. Cioara, I. Anghel, I. Salomie, and M. Dinsoreanu, "A generic context model with autonomic features," Vol.13-16, pp.870-875, 2008(11).
- [4] Zhen Zhen, Junyi Shen, and Shengjun Lu, "An Ontology Mapping Approach Based on Word and Context Similarity," *WI-IAT '08. IEEE/WIC/ ACM International Conference*, Vol.3, pp.334-338, 2008.
- [5] Y. A. Ahn and J. S. Park, "Spatio- Temporal Context Manager in an Open Context Awareness Framework," *NCM apos;08. Fourth International Conference*, Vol.2, pp.681-684, 2008.
- [6] Fernando R. Velardo, "Coding Mobile Synchronizing Petri-Nets into Rewriting Logic," *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, Vol.174, pp.83-98, 2007.
- [7] K. M. Lee, "Colored Timed Petri-Nets based context inference," *Journal of the Research Institute for Computer and Information Communication*, Vol.4 No.2, pp.41-48, 2006.
- [8] P. C. Huang and Y. H. Kuo, "A reliable Context Model for context-aware applications," *SMC 2008. IEEE International Conference*, Vol.12-15, pp.246-250, 2008(10).
- [9] Qi Liu; N. Linge, "A Novel Platform for Context Maintenance and Discovery in a Ubiquitous," Vol.2, pp.565-570, 2008.
- [10] Sachin Gangaputra, Donald Geman, "The Trace Model for Object Detection and Tracking," *Lecture notes in Computer Science*, Vol.4170, pp.401-420, 2006.
- [11] H. J. Ko, D. H. Won, D. R. Shin, H. S. Choo, and U. M. Kim, "A Semantic Context-Aware Access Control in Pervasive Environments," *Computational Science and Its Applications- ICCSA 2006, Proceedings of International Conference*, part II, Glasgow, UK. pp.165, 2006.
- [12] D. Urtig, Y. Berbers, S. V. Baelen, T. Holvoet, Y. Vandewoude, and P. Rigole, "A Tool for Component Based Design of Embedded Software," *40th TOOLS Pacific 2002 Conferences*, Vol.10, Sydney, Australia, pp.159-168, 2002.
- [13] A. V. Knethen, "A Trace Model for System Requirements Changes on Embedded Systems," *IWPSE 2001, Vienna, Austria, Sep.*, pp.17-26, 2001.

[14] Attila Egri-Nagy, Chrystopher L. Nehaniv, "Algebraic properties of automata associated to Petri-Nets and applications to computation in biological systems," Biosystems, Vol.94 No.1/2, pp.135-144, 2008.

[15] S. C. Ha and H. W. Suh, "A timed colored Petri-Nets modeling for dynamic workflow in product development process," Computers in Industry, Vol.59, pp.193-209, 2008.

[16] M. Hack, Decidability Questions for Petri-Nets, Ph. H. dissertation, MIT, Massachusetts, 1975.

[17] 이홍로, 이재봉, "위성영상을 활용한 환경 요인에 따른 고군산 군도 간석지의 시공간적 변화 탐지," 한국지리정보학회지, 제8권, 제3호, pp.34-43, 2005.

[18] 이홍로, "속성 버전화에 기반한 시공간 지리-객체의 객체 지향 데이터 모델 속성 버전화에 기반한 시공간 지리-객체의 객체 지향 데이터 모델", Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea. CI, 제38권, 제6호, pp.1-17, 2001.

[19] 이홍로, "객체-지향 지리정보시스템을 이용한 새만금 수자원 관리 시스템의 홍수 시뮬레이션 구현", 한국지리정보학회지, 제6권, 제2호, pp.33-45, 2003.

[20] 김승희, 고민석, 국민건강보험관련법규, 현문사, 2009.

<관심분야> : 데이터베이스, 자연어처리, 임베디드 시스템, 게임콘텐츠모델링

이재봉(Jae-Bong Lee)

정회원



- 1990년 : 원광대학교 전자계산학과졸업(공학사)
- 1994년 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
- 2005년 : 전북대학교 컴퓨터공학과대학원 졸업(공학박사)

▪ 2006년 ~ 현재 : 우석대학교 게임콘텐츠학과 시간강사

<관심분야> : 데이터베이스, 객체지향 시스템, GIS, 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 게임콘텐츠모델

저자 소개

양승원(Seung-Weon Yang)

정회원



- 1995년 : 전북대학교 전자계산학과(이학박사)
- 1997년 ~ 1998년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
- 2003년 ~ 2004년 : Univ. of Gruelph(CANADA) 초빙교수

▪ 1994년 ~ 현재 : 우석대학교 게임콘텐츠학과 교수