

임베디드 시스템을 위한 요구사항 우선순위 기법

황위용*, 강동수*, 송치양**, 백두권*

*고려대학교 정보통신대학 컴퓨터전과통신공학과

**경북대학교 소프트웨어공학과

e-mail : *{wyhwang, 2008010372, , baikdk}@korea.ac.kr, ** cysong@knu.ac.kr

A method of requirement prioritizing for Embedded system

Wiyong Hwang *, Dongsu Kang*, Cheeyang Song**, Dookwon Baik*

*Department of Computer and Radio Communications Engineering, Korea University,

**Department of Software Engineering, Kyungpook National University

요 약

임베디드 시스템은 여러 유형의 엄격한 제약사항을 지키는 범위 안에서 개발되어야 하기 때문에 요구사항의 우선순위 결정은 매우 중요하다. 이는 결국 개발 초기단계에 요구사항 우선순위를 통하여 주어진 제품 개발 목표 및 개발 조직의 다양한 상황에 적합한 관점을 고려한 최적의 요구사항을 선택하는 활동이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 임베디드 시스템의 다양성과 특수성을 고려한 임베디드 시스템 요구사항 우선순위 기법을 제안한다. 이를 위해 요구사항 우선순위 관점에서 임베디드 시스템 개발에 적합한 관점, 의존 및 상충 관계를 고려하여 요구사항을 우선순위화하며, 제안된 방법을 핸드폰 개발 사례에 적용하여 유용성을 검증한다. 이러한 합리적인 우선순위 선정을 통해 주어진 비즈니스 목표에 부합되고 시장요구에 적극적으로 반응할 수 있는 제품을 만들 수 있다.

1. 서론

오늘날 임베디드 시스템은 크고 다양한 시장이 형성되면서 꾸준히 비중이 늘어나는 추세이며 유비쿼터스 시대를 이끌어 나갈 핵심 기술로 인식되고 있다[1]. 이러한 임베디드 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 포함하고, 실제 물리적 세계와 상호 작용하면서 어떤 특정 하드웨어를 제어한다는 특징 때문에 다양한 응용분야 및 규모에 따라 시장의 요구도 차별화된다[1][2]. 다시 말하면, 임베디드 시스템 개발은 범용 컴퓨터나 여기에서 실행되는 범용 소프트웨어를 개발하는 일반적인 작업이 아니며, 엄격한 제약 조건을 가진 요구사항을 만족시킬 수 있도록 차별화 되는 작업을 필요로 한다[3].

특히 임베디드 분야에서도 주어진 자원과 시간의 제약으로 인하여 모든 요구사항을 만족시킬 수가 없기 때문에 개발 프로세스 초기에 제품의 목표를 달성할 수 있도록 요구사항을 우선순위화 하는 활동이 중요하다[4]. 하지만 기존 연구[5][7][8]에서는 일반적인 시스템이나 소프트웨어를 위한 요구분석만을 다루고 있는 문제가 있다.

결국 다양성과 차별성이 존재하는 임베디드 분야에

적합한 우선순위 활동이 제품 개발 프로세스에 적절하게 반영되지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 개발 제품의 목표를 고려하여 임베디드 분야의 다양성과 특수성을 반영한 요구사항 우선순위 기법을 제안한다. 이를 통해 임베디드 시스템의 요구분석 프로세스에 우선순위 활동의 정착 및 개발 상황에 맞는 합리적인 요구사항 선택에 기여 할 수 있다.

본 논문은 아래와 같이 구성되어 있다. 2장은 관련연구로 임베디드 시스템 특성 및 기존 우선순위 기법의 장단점을 분석하며, 3장은 임베디드 시스템 요구사항 우선순위 기법을 제안한다. 4장에서는 간단한 핸드폰 개발에 본 논문의 제안을 적용하고, 5장에서 결론 및 향후 과제를 기술한다.

2. 관련 연구

기존 연구는 임베디드 시스템[2][3][6]과 요구분석을 위한 활동들 중 하나인 우선순위[4][7][8]와 관련된 연구로 나눌 수 있으며 분석 결과는 다음과 같다. 기존 우선순위 기법에서는 제한된 관점이나 일반적인 시스템이나 소프트웨어를 다루고 있기 때문에 임베디드 시스템 개발에서 고려해야 할 적절한 관점 및 프로세스가 반영되어 있지 않다.

* 이 연구에 참여한 연구자는 '2 단계 BK21 사업'의 지원을 받았음.

2.1 임베디드 시스템 특성

요구사항 분석 및 아키텍처 고려 활동을 위해 반영되어야 하는 임베디드 시스템의 특성은 다음과 같다.

- 개발 프로젝트에 대한 생명 주기는 임베디드 제품 개발에 있어서 핵심적인 요소이다. 하드웨어와의 동시 설계 및 역할 분담 과정 필요하며, 임베디드 제품의 전체 생명 주기를 고려한 분석이 요구된다.
- 임베디드 시스템은 전형적으로 기능성과 구현 사이에 엄격한 제약사항을 가지고 있다. 따라서 철저한 응용분야 및 제품 종류에 따른 적응형 개발 방법이 요구된다.
- 임베디드 시스템 개발은 적시성 및 신뢰성을 만족시킬 수 있는 개발 환경이 중요한 요소이다. 외부와의 상호작용을 고려하고, Time-to-Market 을 최소화 할 수 있는 개발 및 동작 환경이 요구된다.
- 개발 조직의 전문성 및 의사소통은 성공적인 목표 달성을 위한 중요한 조건이며, 특히 S/W 와 H/W 동시 설계를 위한 개발자 간의 이해과정이 요구된다.
- 임베디드 제품은 시장 주도 생산 방식이 주를 이루며 요구사항 발명 역시 개발조직에서 수행되므로, 사용자 기호 및 개발 내용에 대한 조기 성능 예측 및 이해과정이 요구된다.

2.2 우선순위 기법

우선순위 기법에 대한 많은 연구가 진행되어 왔고, 상호 비교 결과는 <표 1>과 같다.

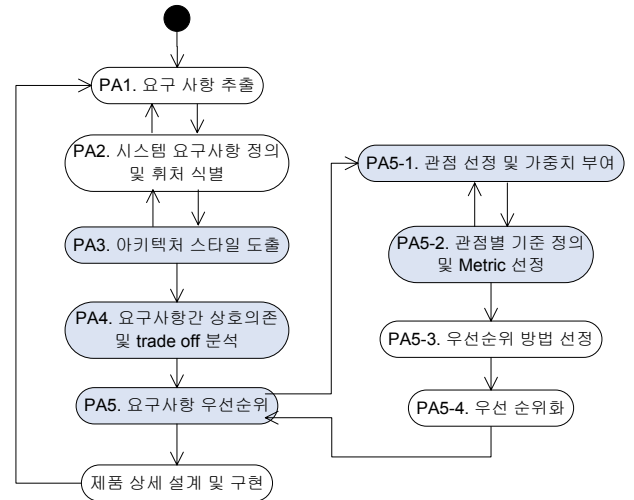
<표 1> 우선순위 기법 비교

Method Factor	S 100 Test	Numerical Assignments	Planning Game	Ranking	Cost-value Diagram	Wiegiers' Method
Stakeholders	All major Stakeholders	All major Stakeholders	Customer, Developer	One Stakeholders	Project Manager, customers, users	PM, Customer, Development
Aspects	Importance	Importance	Importance, Cost, Risk	Importance	Cost, Value	Value, Cost, Risk
Method	Cumulative voting	Absolute value	Sorting to 3 categories by customer developer	Ordering	AHP	Absolute value
Scales	Ratio	Ordinal	Ordinal	Ordinal	Ratio	Ratio
Dependency (trade-off)	None	None	None	None	None	None

<표 1>에서 볼 수 있듯이 우선순위화에 있어서 일반적으로 특정한 관점이나 기준만을 고려하고 있으며 특히, 하드웨어를 포함한 기능성과 구현 사이의 제약사항과 상호의존 및 상충관계(trade-off)를 다루고

있지 않기 때문에 임베디드 시스템이 가지고 있는 차별성을 반영하기에는 부족하다.

3. 임베디드 시스템 요구사항 우선순위 기법



(그림 1) 우선순위 프로세스

(그림 1)은 제안하는 우선순위 프로세스이며, 기존 일반적인 프로세스와 차이가 있는 활동은 색의 변화를 주어 나타내었다. 3.1 절부터 각 프로세스에 대해 기술한다.

3.1 요구사항 추출(PA1)

시장조사와 기존 제품의 기술 및 결점보고서 등 다양한 경로를 통하여 불특정한 고객을 대상으로 일반적인 시장 요구사항을 추출한다.

3.2 시스템 요구사항 정의 및 휘처 식별(PA2)

이 활동에서는 제품으로 개발할 임베디드 시스템의 전체 사양 및 기능성을 결정하여 제품 요구사항을 개발하는 단계이다. 목표 및 이해관계자와 관련이 있는 요구사항을 그룹화하고, 그룹화된 요구사항 집합을 기능 중심의 휘처(Feature)로 식별해 낸다[9].

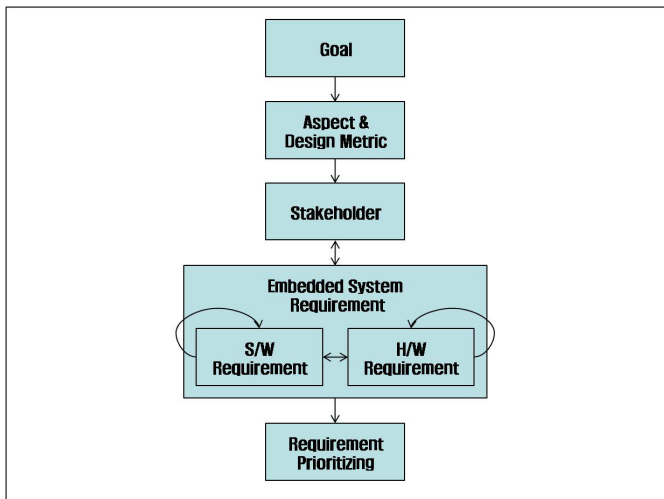
3.3 아키텍처 스타일 도출(PA3)

제품 목표에 부합하는 시스템의 요구사항이 결정되면, 요구사항을 달성할 수 있는 여러 가지 솔루션을 파악하여 HW/SW 아키텍처스타일을 도출한다. 본 논문의 아키텍처 스타일이란 개발 프로세스 초기에 HW/SW 역할 분담에 관한 기본적인 설계 대안을 의미한다. 따라서 본 활동에서는 HW/SW 아키텍처스타일 그리고 통합을 위한 인터페이스 등과 같은 개념 설계와 관련한 요구사항이 추가적으로 개발된다.

3.4 요구사항간 상호의존 및 trade-off 분석(PA4)

임베디드 시스템은 전형적으로 기능성과 구현 사이에 엄격한 제약사항을 가지고 있기 때문에 PA3 과 PA4 와 같은 활동이 반드시 고려되어야 한다. 본 활동의 목적은 임베디드 시스템의 요구사항에 대한 상호의존 관계[5][7] 및 HW/SW 요구사항간의 trade-off 를 파악하여 우선순위 활동에서 필요로 하는 정보를 제공하는 것이다. 우선순위 활동에서 필요한 산출물은 요구사항간 다양한 상호의존 및 trade off 에 대한 정보이며, 이것은 관점, 디자인 매트릭(Design Metric)과 관련성이 있기 때문에 우선순위에 영향을 미칠 수 있다. 디자인 매트릭(Design Metric)은 제품의 특성과 관련 있는 요소로써, 구현을 포함한 시스템 개발에서 고려해야 할 제약사항이나 최적화 사항에 대한 측정 가능한 척도를 나타낸다[2]. 본 활동을 위해 다양한 방법들이 사용될 수 있는데 프로토타이핑, 시뮬레이션, 기존 산출물의 정보를 통한 분석 등을 들 수 있다. 따라서 본 활동을 통해 개발 제품에 대한 초기 성능 예측 및 품질 특성에 대한 이해가 가능하게 된다.

3.5 임베디드 시스템 요구사항 우선순위(PA5)



(그림 2) 우선순위 개념도

(그림 2)은 제안하는 우선순위 기법의 개념을 도식화하여 나타내고 있다.

3.5.1 관점 선정 및 가중치 부여(PA5-1)

임베디드 시스템의 응용 분야가 매우 다양하게 늘어남에 따라 제품에 관한 요구의 다양화, 기능의 복잡화, 대규모화는 피할 수 없는 상황이다. 따라서 우선순위 관점은 다양할 수 있으므로 어떤 관점을 선정하여 요구사항의 우선순위를 수행해야 하는지 결정이 필요하다. 이러한 관점 선정이 쉬운 작업은

아니지만 목표를 기반으로 적절한 관점을 선택하여 가중치를 부여할 수 있다[10][11].

본 논문에서 제안하는 관점 선택에 대한 근거는 제품의 목표와 PA4 에서의 요구사항간 trade off 정보를 담고 있는 산출물을 기반으로 하며, 비즈니스(Business Aspects), 고객(Customer Aspects), 개발(Development Aspects)의 세가지 측면에서 관점을 선택할 수 있다. [5]에서는 일반적인 목표에 대하여 4 가지 Case 로 나누어 목표에 따라 상대적인 관점의 중요도를 제시하여 가중치를 부여할 수 있도록 제공하고 있다. 또한 선택된 관점에 대한 가중치 부여는 일반적으로 관점간의 상대적 중요도를 가중치의 합이 1 이 되도록 부여할 수 있다.

3.5.2 관점별 기준 정의 및 Metric 선정(PA5-2)

관점을 선택한 이후에는 선택된 관점별로 기준을 정의해야 한다. 왜냐하면 일관성 있는 이해관계자 사이의 의사소통 및 요구사항 평가를 위해 관점 별로 공통된 기준이 필요하기 때문이다. 임베디드 시스템은 각기 다른 다양한 목표를 가지고 개발될 수 있으며, 그에 따라 요구되는 기능성이나 중요시되는 품질에 대한 특성도 달라질 수 밖에 없다. 따라서 어떠한 관점을 선정하고 중요도를 평가하기 전에 개발 제품의 응용 분야 및 규모 그리고 종류에 대한 이해가 선행되어야 한다. 또한 디자인 매트릭을 이용하여 관점을 정량화 시켜 보다 더 객관적인 기준을 세울 수 있다.

3.5.3 우선순위 방법 선정(PA5-3)

최종적으로 우선순위를 수행하기 위해서는 먼저 어떻게 중요도를 나타낼지에 대한 방안과 어떤 방법이 우선순위 활동을 수행하는데 있어서 프로젝트의 상황에 적합한지 고려를 해야 한다. 이렇게 우선순위 방법을 선택하는데 있어서 [5]에서와 같은 선정 기준을 사용한다.

- 기존 우선순위 방법의 특징을 이해하고 결정한다.
- 개발 조직의 요구사항 우선순위 활동에 대한 경험을 고려하여 결정한다.
- 요구사항의 규모(Requirement Scalability)를 고려하여 결정한다.

3.5.4 우선순위화(PA5-4)

제품의 목표를 통해 선정된 다양한 관점과 관점별 기준을 이용하여 요구 휘처를 우선순위화 시킨다. 이

활동도 앞에서 선정한 관점 및 기준에 대해 이해가 충분히 되어있는 이해관계자 그룹의 구성원들이 주어진 각 영역별로 우선순위를 결정한다. 요구 회처에 대해 최종적으로 우선순위화가 완료되면 결과를 토대로 합리적인 설계 결정 및 개발 계획 수립이 가능하다.

이 때 교차관심사(Separation of Concern)로 인한 일관성 결여 문제를 고려하여 익명으로 우선순위 활동을 수행한 후 통합하는 것이 바람직하다[11]. 또한 복수 개의 값을 처리하는 방법으로 델파이 방법 또는 중앙값을 활용한다.

4. 사례 적용

제안된 프로세스를 핸드폰 개발 일부 Part 의 요구사항을 토대로 사례를 적용하였다. 요구사항 추출 활동을 통해 일반적인 시장(Market) 요구사항이 파악되었다. 그리고 시스템 요구사항 정의 활동을 통해 제품 요구사항이 개발되었으며 10 개의 회처를 식별하였다. 또한 본 사례의 제품 개발 목표는 카메라 기능을 탑재한 저가형(Low-end) 제품으로 계획된 시기에 출시하여 보다 많은 시장을 점유하기 위함이다. 먼저 개념 설계를 고려한 아키텍처 스타일(회처에 대한 HW/SW 역할 분담)을 도출했으며, 이에 따른 요구사항간 trade off 정보를 파악했다. 개발 조직은 이러한 프로세스를 수행해 본 경험이 없는 상태이다. 관점은 비즈니스와 개발 관점을 중심으로 Time-to-Market, Development Cost, Technical Risk 3 가지를 선정하였다. 식별된 회처의 일부를 위와 같은 제품 개발 상황에 맞추어 3 장에서 제시한 프로세스를 적용한 결과 <표 2> 와 같이 개발 목표 및 상황에 적절하게 우선순위 관점과 방법 등을 선택하여 요구사항의 우선순위를 결정 하였다.

<표 2> 사례 적용 결과

구분	비즈니스 관점			개발 관점								Priority	Rank
	Time-to-market			Development Cost				Technical Risk					
Weight	0.4			0.3				0.3					
Stakeholders	S1	S2	Median	D1	D2	PM	Median	D1	D2	PM	Median		
Feature 1 (Microcontroller Alone)	3	2.5	2.75	4	4	5	4	1	1	1	1	2.6	4
Feature 2 (M.C and CCDPP)	2.5	2.5	2.5	4	4	4	4	3	3	3.5	3	3.1	2
Feature 3 (M.C and CCDPP /Fixed-Point DCT)	3	3.5	3.25	4	3.5	3.5	3.5	5	5	5	5	3.85	1
Feature 4 (M.C and CCDPP/DCT)	2	2	2	2	2.5	2	2	5	5	5	5	2.9	3

5. 결론 및 향후 연구

유비쿼터스 시대가 막이 오르며 임베디드 시스템에 대한 크고 다양한 시장이 형성되고, 매우 빠르게 성장하고 있다. 하지만 엄격한 요구사항을 만족 해야

하는 임베디드 시스템의 개발 프로세스 중 초기 단계인 요구분석 활동에서 요구사항을 우선순위화하여 최적의 요구사항을 선택하는 활동이 제대로 정착되지 못하고 있다. 그러므로, 요구분석 프로세스에 임베디드 시스템 개발에 적합한 요구사항 우선순위 활동이 반영될 수 있도록 특화된 방법이 요구된다.

이를 위해 본 논문에서는 개발 제품의 목표를 달성할 수 있도록 개발 제품의 목표를 고려하여 임베디드 분야의 다양성과 특수성을 반영한 요구사항 우선순위 기법을 제안했다. 제안된 방법에 대한 효과는 핸드폰 개발 일부 Part 의 요구사항을 토대로 사례를 적용하여 알 수 있었다. 이를 통해 임베디드 시스템의 요구분석 프로세스에 우선순위 활동의 정착 및 비즈니스 목표에 부합하는 합리적인 요구사항 선택에 기여 할 수 있다.

향후에는 본 논문에서 제안한 주요 활동들에 대한 내용을 추가하고, 범위를 넓혀 임베디드 시스템 제품 개발에 초점을 맞춘 Release Plan 을 수행하는 방법의 연구를 통해 본 논문을 보완할 수 있는 연구를 계획하고 있다.

참고문헌

- [1] CMP Media. 2006 State of Embedded Market Survey. April 2006.
- [2] Vahid, F. and Givargis, T., Embedded System Design: A Unified Hardware / Software Introduction, John Wiley, 2002.
- [3] Philip Koopman, "Embedded System Design Issues(the Rest of the Story)," Proceedings of the 1996 International Conference on Computer Design(ICCD96), October, 1996.
- [4] Joachkim K., Claes W., Bjorn R., "An Evaluation of methods for prioritizing software requirements," Information and Software Technology, 39(14-15), pp. 939-947, 1998.
- [5] 성재석, 강동수, 송치양, 백두권, "릴리즈 플랜의 적응적 요구사항 우선순위," 한국정보처리학회논문지, 제 15-D 권, 제 6 호, pp.841-856, 2008.12.
- [6] Wolf, Wayne, Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design, Morgan-Kaufmann, 2005.
- [7] Firesmith, D. G., "Prioritizing Requirements," Journal of Object Technology (JOT), 3(8), Swiss Federal Institute of Technology(ETH), Zurich, Switzerland, pp. 35-47, September/October 2004.
- [8] Aybüke A., Claes W., Engineering and Managing Software Requirements, Springer Berlin Heidelberg, August 2005.
- [9] Y. Lee, C. Yang, C. Zhu, and W. Zhao. "An Approach to Managing Feature Dependencies for Product Releasing in Software Product Line," in Proceeding of the 9th International Conference on Software Reuse: Reuse of Offthe-Shelf Components (ICSR 2006), pp. 27-141, Turin, Italy, June 12-15, 2006.
- [10] A. I. Antón, "Goal-Based Requirements Analysis," Proceedings of ICRE'96, pp. 136-144, 1996.
- [11] Y. Yu, J. C. S. P. Leite, J. Mylopoulos, "From Goals to Aspects: Discovering Aspects from Requirements Goal Models," Proceedings of Requirements Engineering Conference, Kyoto, Japan, pp.38-47, 2004.