

# 라이프 케어 모니터링에서 실시간성 성능향상

김영현\*, 김재훈\*\*, 서상진\*\*\*  
\*아주대학교 지식정보보안학과  
\*\*아주대학교 정보통신전문대학원  
\*\*\*디노 플러스  
e-mail: cisssp79@yahoo.co.kr

## A Method for Improving Real-Time Performance of Life-care Monitoring

Young-Hyun Kim\*, Jai-Hoon Kim\*\*, Sang-Jin Seo\*\*\*  
\*Department of Knowledge Information Security, Ajou University  
\*\*Graduate School of Information & Communication, Ajou University  
\*\*\* R&D, DINNO PLUS

### 요 약

최근 국민소득향상, 의학기술의 발달 등 이러한 변화는 건강관리에 관한 연구로 이어져 라이프 케어 모니터링 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 라이프 케어 모니터링 시스템은 개인의 특성을 고려하여 맞춤형 건강관리 서비스가 이루어져야 하며 실시간으로 유지 및 관리 되어야 한다. 본 논문에서는 라이프 케어 모니터링 시스템에서 실시간 처리해야하는 태스크가 증가함에 따라 마감시간 준수율이 하락하는 문제점을 해결하는 방안에 관한 연구이다. 즉, 개인의 상태가 고려된 모니터링 요소에 가중치를 부여하고, 상대적으로 중요도가 떨어지는 모니터링 요소는 주기를 증가시키는 방식과 중요도에 비하여 모니터링 자원 낭비가 최대인 모니터링의 주기를 증가시키는 방식을 비교분석하여 실시간 처리율을 향상시키는 것이다. 제안한 방법의 유용성을 검증하기 위해 성능을 평가한 결과 기존 방식에 비해 최대 29%까지 마감시간 준수율이 향상됨을 확인했다.

### 1. 서 론

라이프 케어 모니터링 환경은 질병발생에 따른 관리 목적뿐만 아니라 예방과 조기발견 및 예후관리와 건강증진을 위한 시스템이 되어야 한다[1].

이를 위해서는 monitoring 서비스를 공급받는 개인의 특성 및 유형을 고려한 서비스가 실시간으로 이루어져야 하며 지속적으로 유지 및 관리가 되도록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 서비스를 공급받는 개인의 특성을 고려한 전문적인 서비스가 이루어져야 하며 서비스내용이 실시간으로 지속적 유지관리가 되어야 해야 할 것이다.

본 논문에서는 이러한 라이프 케어 모니터링 시스템의 성능 향상방안에 관한 연구로 개인의 질병과 몸 상태를 고려하여 모니터링 요소에 가중치를 부여하고, 상대적으로 중요도가 떨어지는 모니터링 요소는 주

기를 증가시키는 방식과  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  가 (즉, 중요도에 비하여 모니터링 자원 낭비가) 최대인 모니터링의 주기를 증가시키는 방식을 비교분석하여 실시간 처리율을 향상시키는 방안을 제시했다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 라이프 케어 모니터링

라이프 케어 모니터링 환경은 무자각, 무 구속 모니터링, 진료 모니터링, 일상 모니터링의 세 가지 영역으로 구성되며 각각의 특징은 다음과 같다[2].

- 무자각 모니터링 : 무자각, 무구속의 측정을 위해서는 첫째 인체에 고통이나 부담을 가하지 않고 인체의 표면 또는 외부에서 생체신호를 계속할 수 있는 기술이며 둘째는 활동을 제한하지 않고 생체신호를 계속할 수 있는 기술이다[1].
- 진료 모니터링 : 의료기관에서는 질병의 정확한 진단과 치료가 필요하며 진료 시스템을 통해 측정이 이루어지면 동시에 네트워크를 통해 연결된 의료기관에서는 실시간으로 환자의 측정 데이터를 관찰하고 진료 내용을 화상이나 음성을 통해 전달해 주는 형태이다.
- 일상모니터링 : 일상 모니터링은 일상생활에서의 생체신호 측정과 건강관리를 목적으로 한다 .

#### 2.2 실시간시스템(Real-Time Systems)

스케줄링 알고리즘(Scheduling algorithm)이란 스케줄링 정책(Scheduling policy)에 의해 할당된 태스크를 어떠한 시간에 어떤 태스크를 수행하는가를 결정하는 것이다. 실시간 시스템의 주요 스케줄링 방법은 EDF와 RM방식이 있다. EDF(Earliest Deadline First)방식은 마감시간이 빠른 태스크부터 수행하며, RM(Rate Monotonic)방식은 주기가 가장 짧은 태스크가 가장 먼저 수행하는 방법이다. 본 논문에서는 일반적으로 마감시간 준수율이 우수한 EDF 방식을 적용했다.

### 3. 본론

선행연구에서 [3] 라이프 케어 모니터링 시스템의 성능향상 방안에 관한 연구로, 실시간 처리해야하는 태스크가 증가함에 따라 마감시간 준

\*본 연구는 지식경제 프론티어 기술개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술 개발사업과 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2010-0028046)에 의하여 수행됨.

수율이 하락하는 문제점을 해결하기 위해 환자 개인의 상태를 고려하여 필요한 모니터링 요소의 태스크에 가중치를 두고, 상대적으로 중요성이 떨어지는 요소에 대해서는 태스크 주기를 연장하여 실시간 마감시간 준수율을 향상 시키는 방법을 제안하였다.

본 연구에서는 이를 더욱 발전시키어  $\frac{e_i}{P_i W_i}$  값이 (즉, 중요도에 비하여 모니터링 자원낭비가) 최대한 태스크의 주기를 증가시켜 실시간 마감시간 준수율을 향상 시키는 방법을 제안하고 성능을 비교하였다.

**3.1 첫 번째 제안 방식 (선행 연구 방식) [3]**

실시간 마감시간 준수율을 향상시키기 위해 환자의 유형별 상황을 고려하여 필요한 모니터링 요소의 태스크에 가중치를 부여하였으며, 가중치가 낮은 항목의 태스크의 실행주기를 연장함으로써 마감시간 준수율을 향상하였다. 라이프 케어 모니터링의 환경에서 센서로부터 실시간 주기적으로 획득되는 태스크  $T_i$  는  $(P_i, E_i)$  이다. 예를 들어 심장질환환자로부터 맥박, 체온, 낙상에 관한 3가지 모니터링 요소가 센서로부터 실시간 주기적으로 들어오는 경우, 각 요소의  $T_i$  는 맥박(4,10), 체온(4,10), 낙상(5,10) 으로 표시된다. 기존의 방식은 가중치는 부여하지만 가중치에 따라 주기연장을 하지 않는다. 그리고 utilization이 1을 넘을 경우 초과하는 시점의 모니터링항목은 처리하지 못한다.

$$utilization = \frac{E_i}{P_i} = \frac{\text{실행시간}}{\text{실행주기}} \quad (1)$$

식 1. 라이프 케어 모니터링 utilization

이 경우  $\frac{4}{10} + \frac{4}{10} + \frac{5}{10} = \frac{13}{10}$  으로 낙상항목에서 초과하므로 성능은  $\frac{2}{3}$  또는  $W_1 + W_2$  이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 개인의 상태를 고려하여 중요한 모니터링 요소의 태스크에 가중치를 두고, 상대적으로 중요성이 떨어지는 요소에 대해서는 태스크 주기를 연장하는 방안을 고안했다.

선행 연구 방식의 성능은  $\frac{3}{3}$  또는  $W_1 + W_2 + W_3$  이다.

아래 식은 이러한 방법을 식으로 정리한 것으로 가중치와 확장 주기가 전체성능에 영향을 미침을 알 수 있다.  $W_i$ (가중치)는 개인의 상태에 따라 모니터링 요소에 가중치를 부여하였고, 중요도가 떨어지는 모니터링 요소의 경우는 주기를 연장함으로써 전체성능이 향상됨을 알 수 있다.

$$성능 = \frac{P_i(\text{주기})}{P_{iextend}(\text{확장주기})} \cdot w_i(\text{가중치}) \quad (2)$$

식 2. 라이프 케어 모니터링 성능

가중치( $W_i$ )의 분포는 스쿠분포(skewed distribution) ( $\frac{1}{i^p}$ )를 가정하였다.

예를 들어 모니터링 요소가 맥박, 호흡, 체온, 혈당, 심전도, 낙상일 경우, 심장병 환자의 가중치는 상식적으로  $T_{\text{맥박}} \rightarrow T_{\text{심전도}} \rightarrow T_{\text{호흡}} \rightarrow T_{\text{호흡}} \rightarrow T_{\text{체온}} \rightarrow T_{\text{혈당}}$  순으로 중요함을 생각할 수 있다.

<표 1> 성능 비교에 사용된 데이터

기존 방식	제안방식 1
$T_i = (E_i, P_i) W_i$	$T_i = (E_i, P_i) W_i$
$T_{\text{맥박}} = (2,10)0.41$	$T_{\text{맥박}} = (2,10)0.401$
$T_{\text{심전도}} = (3,10)0.24$	$T_{\text{심전도}} = (3,10)0.235$
$T_{\text{호흡}} = (4,10)0.15$	$T_{\text{호흡}} = (4,10)0.160$
$T_{\text{체온}} = (5,10)0.11$	$T_{\text{체온}} = (5,20)0.119$
$T_{\text{혈당}} = (6,10)0.09$	$T_{\text{혈당}} = (6,20)0.094$

<그림 2>은 심장병 환자를 가정하여 ① 기존의 방식(가중치가 없고 확장주기를 사용하지 않음)과 ② 첫 번째 제안 방식(가중치를 부여하고  $(MIN W_i)$  확장주기 사용)으로 성능(마감시간 준수율)을 비교한 결과이다. 성능 비교에 사용된 데이터는 <표2>과 같다.

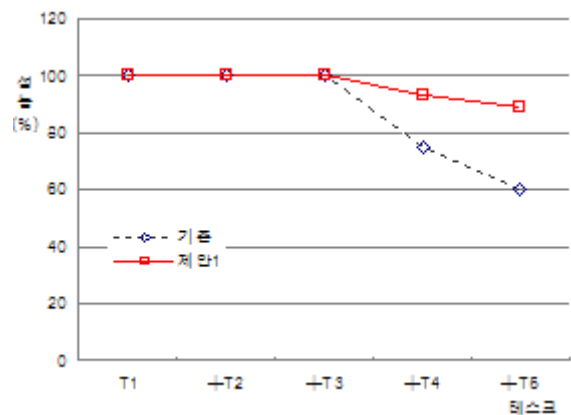


그림 2. 기존과 제안 1 성능 비교 결과

모니터링 요소가 맥박에서부터 심전도, 혈당 순으로 증가함에 따라 그래프에서 보는 것처럼 첫 번째 제안 방식은 기존 방식에 비해 최대 29% 우수함을 알 수 있다.

**3.2 두 번째 제안방식 (본 연구의 제안 방식)**

두 번째 제안방식(본 연구의 제안 방식)은 실시간 마감시간 준수율을 향상시키기 위해 환자의 유형별 상황을 고려하여 모니터링 요소의 태스크에 가중치를 부여하였으며,  $\frac{E_i}{P_i W_i}$  높은 태스크의 실행주기를 연장함으로써 마감시간 준수율을 향상하였다.

두 번째 제안방식에서는  $E_i$ (실행시간),  $P_i$ (실행주기),  $W_i$ (가중치)를 고려하여  $P_i$ (실행주기)를 확장할 모니터링 항목을 찾아낸다.

$W_i$ (가중치)만을 고려하여 주기를 연장하는 첫 번째 방법보다 효율성이 높은 모니터링 항목을 선택할 수 있다.

아래 식은 이러한 방법을 식으로 정리한 것으로  $W_i$ (가중치)와  $P_i$ (실행주기) 그리고  $E_i$ (실행시간)이 전체성능에 영향을 미침을 알 수 있다. 사용률감소가 최대화를 만족하고 성능저하가 최소화를 만족하는 항목을 찾아  $P_i$ (실행시간)을 연장하는 것이다.

$\frac{E_i}{P_i W_i}$  값이 높은 모니터링 요소의 주기를 연장함으로써 전체성능

(마감시간 준수율)이 향상됨을 알 수 있다.

$$\frac{\text{사용률감소(=최대화)}}{\text{성능저하(=최소화)}} = \frac{\text{사용률}(U)\text{감소량}}{\left(\frac{\text{조정주기}-\text{원래주기}}{\text{조정주기}}\right)}$$

$$= \frac{\left(\frac{E_i}{P_i} - \frac{E_i}{EP_i}\right)EP_i}{W_i(EP_i - P_i)} = \frac{\frac{E_i(EP_i - P_i)}{P_i EP_i} EP_i}{W_i(EP_i - P_i)} = \frac{E_i}{P_i W_i} \quad (3)$$

식 3. 효율적인 주기연장 항목

<표 2> 성능 비교에 사용된 데이터

기존방식	제안방식 2
$T_i = (E_i, P_i) W_i$	$T_i = (E_i, P_i) W_i$
$T_{\text{맥박}} = (2, 10)0.401$	$T_{\text{맥박}} = (2, 10)0.401$
$T_{\text{심전도}} = (3, 10)0.235$	$T_{\text{심전도}} = (3, 10)0.235$
$T_{\text{호흡}} = (4, 10)0.160$	$T_{\text{호흡}} = (4, 10)0.160$
$T_{\text{체온}} = (5, 10)0.119$	$T_{\text{체온}} = (5, 20)0.119$
$T_{\text{혈당}} = (6, 10)0.094$	$T_{\text{혈당}} = (6, 20)0.094$

Utilization은 T4(체온)항목에서 1을 초과하고 있으며,

기존방식의 성능은  $\frac{3}{5}$  또는  $W_1 + W_2 + W_3$ 이다.

제안방식2의 성능은  $\frac{5}{5}$  또는  $W_1 + W_2 + W_3 + \frac{P_4}{EP_4} \cdot W_4 + \frac{P_5}{EP_5} \cdot W_5$

이다.  $\frac{e_i}{p_i w_i}$ 의 값은 T1->0.49933 T2-> 1.27915 T3->2.49333

T4->4.18418 T5-> 6.38721이다. T1 - T5의 순서로 실행하며

Utilization이 초과 할 경우  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  값이 큰 순으로 주기를 변경한다.

<그림 3>은 심장병 환자를 가정하여 ① 기존의 방식 (가중치가 없고 확장주기를 사용하지 않음)과 ② 두 번째 제안 방식 (가중치를 부여하고 Utilization의 초과 시점부터  $(MAX \frac{E_i}{P_i W_i})$  값이 큰 순서로 확장주기 사용)으로 성능을 비교한 결과이다. 성능 비교에 사용된 데이터는 <표3>과 같다.

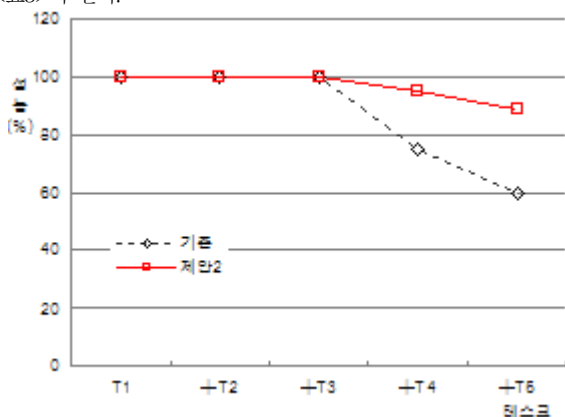


그림 3. 기존과 제안2 성능 비교 결과

모니터링 요소가 맥박에서 부터 T1 심전도, T5 혈당 순으로 증가함에 따라 <그림 3>그래프에서 보는 것처럼 두 번째 제안 방식은 기존 방식에 비해 최대 30% 우수함을 알 수 있다.

### 3.3 시뮬레이션 결과 비교

성능(마감시간 준수율)비교 시뮬레이션을 위하여 5개의 태스크항목과 15개의 태스크항목을 시뮬레이션하여 성능을 그래프로 나타내었다.

기존의 방식(가중치가 없고 확장주기를 사용하지 않음)-> 첫 번째 제안 방식(가중치를 부여하고(MIN  $W_i$ ) 확장주기 사용)->두 번째 제안

방식(가중치부여( $MAX \frac{E_i}{P_i W_i}$ ) 확장주기 사용)의 순으로 성능 개선됨을 알 수 있다.

#### 3.3.1 5개 태스크의 시뮬레이션 성능 결과

<표 3> 성능 비교 시뮬레이션에 사용된 데이터

기존방식	제안방식1과 제안방식2
$T_i = (E_i, P_i) W_i$	$T_i = (E_i, P_i) W_i$
$T_{\text{맥박}} = (2, 10)0.401$	$T_{\text{맥박}} = (2, 10)0.401$
$T_{\text{심전도}} = (3, 10)0.235$	$T_{\text{심전도}} = (3, 10)0.235$
$T_{\text{호흡}} = (4, 10)0.160$	$T_{\text{호흡}} = (4, 10)0.160$
$T_{\text{체온}} = (5, 10)0.119$	$T_{\text{체온}} = (5, 20)0.119$
$T_{\text{혈당}} = (6, 10)0.094$	$T_{\text{혈당}} = (6, 20)0.094$

<그림 4>은 심장병 환자를 가정하여 ① 기존의 방식(가중치가 없고 확장주기를 사용하지 않음)과 ② 첫 번째 제안 방식(가중치를 부여하고 (MIN  $W_i$ ) 확장주기 사용) ③두 번째 제안 방식(가중치를 부여하고

( $MAX \frac{E_i}{P_i W_i}$ ) 확장주기 사용)으로 성능을 비교한 결과이다. 성능 비교에 사용된 데이터는 <표4>과 같다.

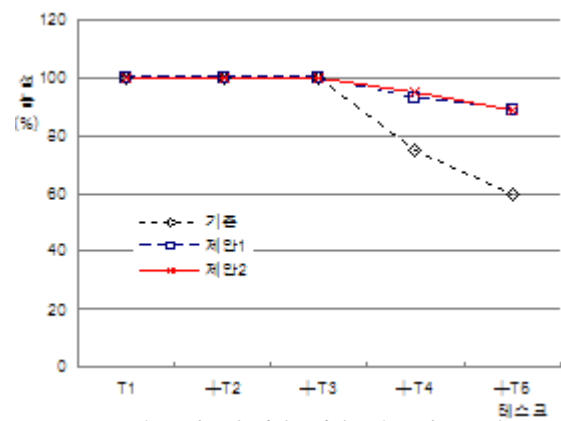


그림 4. 기존과 제안1 제안2 성능 비교 결과

① 기존방식과 ② 제안방식1은 모니터링 요소가 T1~T5순으로 증가하고 ③ 제안방식2는 Utilization이 초과하는 T4시점에서  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  값이 큰 순서로 주기를 확장한다. 값이 큰 T5의  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  값은 6.38721 T4의

$\frac{e_i}{p_i w_i}$  값은 4.18418의 순으로 주기를 확장한다. <그림 4>그래프에서 보는 것처럼 T4에서 두 번째 제안방식이 첫 번째 방식에 비해 2% 우수함을 알 수 있다.

3.3.2 15개 태스크의 시뮬레이션 성능 결과

성능비교 시뮬레이션을 위하여 15개의 태스크항목을 시뮬레이션하여 성능을 그래프로 나타내었다. 가중치( $W_i$ )는 스큐방식( $\frac{1}{\rho}$ )을 이용하여 산출하였으며,  $\theta$ 값을 0.5->1->1.5로 변화를 주어 시뮬레이션 하였다.

<표 4>성능 비교 시뮬레이션에 사용된 데이터

기존방식	제안방식1과 제안방식2
$T_i = (E_i, P_i) W_i$	$T_i = (E_i, P_i) W_i$
$T_1 = (20,100)0.230$	$T_1 = (22,100)0.334$
$T_2 = (31,100)0.097$	$T_2 = (33,100)0.176$
$T_3 = (25,100)0.053$	$T_3 = (44,100)0.112$
$T_4 = (33,100)0.033$	$T_4 = (25,100)0.079$
$T_5 = (15,100)0.022$	$T_5 = (36,100)0.059$
$T_6 = (17,100)0.016$	$T_6 = (45,100)0.046$
$T_7 = (38,100)0.012$	$T_7 = (44,100)0.037$
$T_8 = (32,100)0.009$	$T_8 = (32,100)0.031$
$T_9 = (19,100)0.008$	$T_9 = (19,100)0.026$
$T_{10} = (26,100)0.006$	$T_{10} = (26,100)0.023$
$T_{11} = (42,100)0.005$	$T_{11} = (64,100)0.020$
$T_{12} = (21,100)0.004$	$T_{12} = (21,100)0.017$
$T_{13} = (30,100)0.004$	$T_{13} = (39,100)0.015$
$T_{14} = (18,100)0.003$	$T_{13} = (39,100)0.015$
$T_{15} = (25,100)0.003$	$T_{13} = (39,100)0.015$

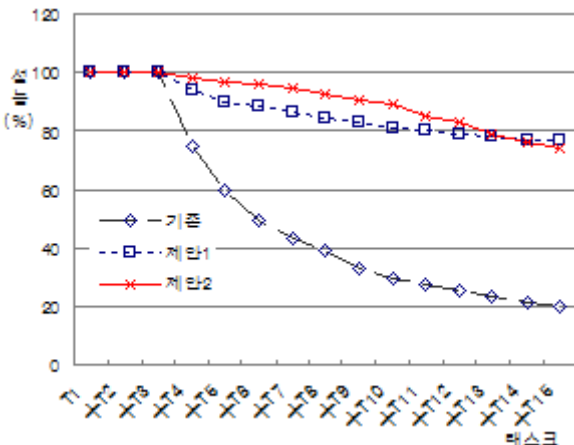


그림 5.  $\theta$ 값이 1.5일 경우 기존과 제안1 제안2 성능 비교 결과

① 기존방식(가중치가 없고 확장주기를 사용하지 않음)과 ② 제안방식1은 모니터링 요소가  $T_1 \sim T_{15}$ 순으로 증가하고 제안방식1은 Utilization이 초과하는  $T_4$ 시점에서  $W_i$ 값이 큰 순서로 주기를 확장한다. ③ 제안방식2는 Utilization이 초과하는  $T_4$ 시점에서  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  값이 큰 순서로 주기를 확장한다. <그림 5>  $\theta$ 값이 1.5일 경우  $\frac{e_i}{p_i w_i}$  값이 큰  $T_{11} \rightarrow T_{15} \rightarrow T_{13} \rightarrow T_{14} \rightarrow T_{12} \rightarrow T_{10} \rightarrow T_8 \rightarrow T_7 \rightarrow T_9 \rightarrow T_4 \rightarrow T_6 \rightarrow T_5$ 의 순으로 주기를 확장한다.

<그림 5>그래프에서 보는 것처럼  $T_8$ 에서 두 번째 제안 방식이 첫 번째 방식에 비해 10% 우수함을 알 수 있다.

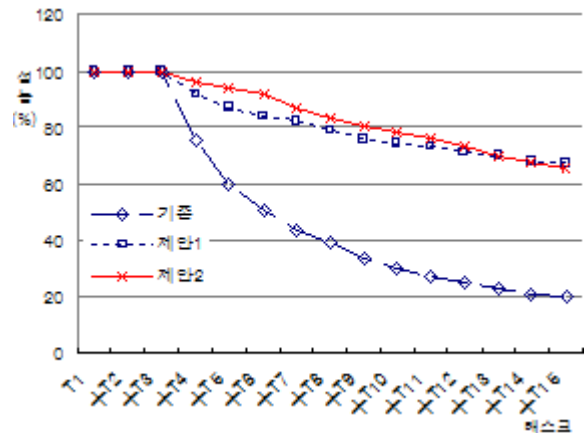


그림 6.  $\theta$ 값이 1일 경우 기존과 제안1 제안2 성능 비교 결과

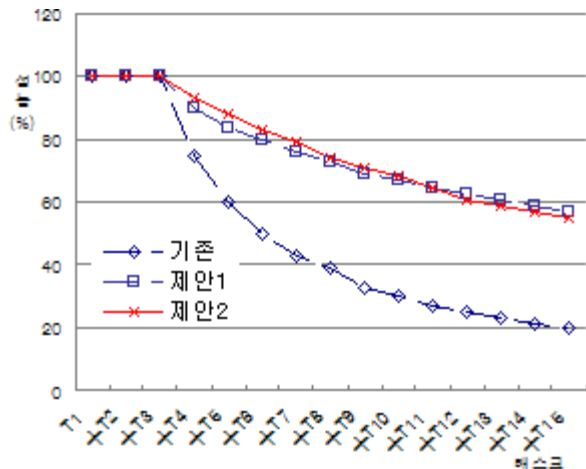


그림 7.  $\theta$ 값이 0.5일 경우 기존과 제안1 제안2 성능 비교 결과

4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 라이프 케어 모니터링 시스템에서 개인의 상황을 고려하여 요소별 가중치를 부여하고, 이러한 가중치를 바탕으로 태스크의 주기를 연장하는 방법을 통해 라이프 케어 모니터링에서 실시간성 성능향상 방법을 제안하고 그 유용성을 평가했다. 본 논문은 이를 통해 모니터링 시스템의 성능향상 방안을 제시했다는데 큰 의미가 있다. 하지만 실제 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 하지 못한 아쉬움과, 가중치 부여에 객관성이 결여된 아쉬움을 보이고 있다. 향후 이러한 아쉬움을 보완하는 노력이 필요하다.

참고문헌

- [1] 정병주, “U-Healthcare 서비스의 현황과 과제”, 유비쿼터스 사회연구시리즈 제 10호, 2005. 12, p. 1-5.
- [2] Smithers C. R and Hill N, “Options for wireless technology in telemedicine and telecare applications”, Telemedicine and telecare in 1999, p. 138.
- [3] 김영현, “A Method for Improving Real-Time Performance of Life-care Monitoring”, 한국컨텐츠학회 Vol8, 2010. 5, p. 353.