

스마트 헬스케어 서비스를 위한 통계학적 개인 맞춤형 질병예측 기법의 개선

민병원*
목원대학교 정보통신융합공학과

An Improvement of Personalized Computer Aided Diagnosis Probability for Smart Healthcare Service System

Byung-won Min*

School of Information and Communication Convergence Engineering, Mokwon University

요약 본 논문에서는 스마트 헬스케어 서비스 시스템의 바이오 데이터 분석 과정을 프로세스로 해석하기 위하여, 온톨로지 기반 통계학적 개인 맞춤형 질병예측 기법인 PCADP(Personalized Computer Aided Diagnosis Probability)를 제안하였다. 또한 이러한 개인 맞춤형 질병예측 기법을 바탕으로 스마트 헬스케어 데이터 및 헬스케어 서비스 명세의 의미 있는 표현을 위하여 헬스케어 온톨로지 프레임워크를 시맨틱스형으로 모델링하였다. PCADP 기법은 스마트 헬스케어 환경에서 개인 맞춤형 판별 기법이 갖추어야 할 조건인 실시간 처리, 유연한 구조, 판별과정의 모니터링, 지속적인 개선 등에 부합하는 통계학적 질병예측 기법임을 확인하였다.

키워드 : 스마트 Healthcare 서비스, 개인맞춤형, 질병예측, 온톨로지, 시맨틱스

Abstract A novel diagnosis scheme PCADP(personalized computer aided diagnosis probability) is proposed to overcome the problems mentioned above. PCADP scheme is a personalized diagnosis method based on ontology and it makes the bio-data analysis just a 'process' in the Smart healthcare service system. In addition, we offer a semantics modeling of the smart healthcare ontology framework in order to describe smart healthcare data and service specifications as meaningful representations based on this PCADP. The PCADP scheme is a kind of statistical diagnosis method which has real-time processing, characteristics of flexible structure, easy monitoring of decision process, and continuous improvement,

Key Words : Smart healthcare service, Personalized, Computer Aided Diagnosis Probability, Ontology, Semantics

1. 서론

스마트 헬스케어 산업은 특성상 서비스 규모가 방대하고, 정부, 병원, 통신회사, 서비스 및 제조업체 등 다양한 사업주체가 관리되어야 한다. 하지만 아직은 스마트 헬스케어 관련 법, 제도의 정비가 완비되지 못하였고 각 부처별로 지원된 프로젝트도 상호 유기적으로 연결되지

않고 독립적으로 진행되어 수행 프로젝트간 시너지 효과를 얻기가 용이하지 않은 형편이다. 이러한 상황을 극복하는 것은 쉽지 않겠지만 스마트 헬스케어 프로젝트들이 공유할 수 있는 대규모의 공용 스마트 헬스케어 서비스 플랫폼 구축을 통해 독립적으로 수행된 프로젝트의 산출물을 상호 연계하고 통합하는 것을 생각해 볼 수 있다 [1-5].

특히, RFID/USN, HSDPA 등 u-IT 신기술의 발전으로 향후 10~20년 내 스마트 헬스케어 자리매김할 수 있는 센서네트워크, 4G 등 새로운 유비쿼터스 기술의 상용화가 본격적으로 추진되고 있으며, 초고속인터넷, 와이브로 등 유·무선 네트워크 인프라의 증가로 언제, 어디서나 건강관리 및 보건의료 서비스를 안전하고 자유롭게 이용할 수 있는 스마트 헬스케어 환경이 급속히 정착되고 있다[6-8]. 또한, 병원 운영의 효율성 제고와 대외 경쟁력 강화를 위해 환자의 건강정보를 전자적으로 기록하는 병원 의료정보화가 확산되고 있으며, 병원 내 정보화로 협력병원 및 병원 간 또는 재택환자 간 건강정보 송수신 등 정보 공동 활용의 기반 조성이 활발히 진행되고 있다[9-11].

생체변화를 진단하는 심전계, 뇌파계, 환자 감시 장치, 근전계, 혈압계, 청력계, 분만 감시 장치와 같은 일부 계측장비는 국내 벤처기업에서도 개발되고 있다[12-14]. 또한 병원에서는 다양한 의료기기가 필요한 데 반해 국내에서 개발하거나 생산되는 제품 종류가 한정되어 있고 여타 외국 제품에 비해 품질과 기술력에서 많이 뒤처져 있어 주로 수입에 의존하고 있는 실정이다. 최근에는 국가기관연구소와 학계 그리고 산업체연구소에서 다양한 형태의 고급 생체신호 측정 장비를 개발하고 있지만 앞에서 언급한 선진국에 비해서는 아직은 부진한 실정이다 [15-18].

2. 스마트 헬스케어 개인 맞춤형 질병예측 기법

본 논문에서는 스마트 헬스케어 서비스를 위한 개인 맞춤형 질병예측 알고리즘을 프로세스로 해석하기 위하여 두 가지 내용을 제안하였다.

첫째, 온톨로지 기반 스마트 헬스케어 환경에 부합하는 개인 신체적인 구조에 적합한 질병예측 기법인 PCADP를 제안하였다. 스마트 헬스케어 환경에서 개인 맞춤형 질병예측 판별 기법이 갖추어야 할 조건인 실시간 처리, 유연한 구조, 판별과정의 모니터링, 지속적인 개선 등에 부합하는 통계학적 질병예측 기법이다. 본 기법은 헬스케어 데이터 및 응용서비스 신뢰도를 확보하고 스트레스 정도, 당뇨, 비만과 같은 일반적인 질병 예측을 수용할 수 있는 확장된 개인 맞춤형 질병예측시스템을

구축하기 위하여, CI(Combination Interrelation) 배열과 IA(Interrelation Appearance) 배열을 새롭게 고안하였다.

새롭게 고안한 두 배열은 대상 사용자의 생체신호와 증상을 이용하여 그 대상이 환자집단에 속하는지 여부를 확률적으로 예측하는 알고리즘 이다. 이러한 확률 예측 알고리즘은 크게 학습단계(learning stage), 의사결정나무단계(decision trees stage), 예측단계(prediction stage) 그리고 피드백단계(feedback stage)로 구성된다. 학습단계에서는 이미 검증된 질병을 가진 집단과 정상집단으로부터 생체신호와 증상의 조합 패턴을 추출하여 각각의 행렬 구조에 저장한다. 또한, 한 대상의 생체신호와 증상을 이용할 때 각 대상별 맞춤형 서비스를 제공하기 위하여 가중치행렬(weight assignment matrix)을 준비한다. 의사결정나무단계(decision trees stage)에서는 학습단계(learning stage)에서 만들어진 정보를 이용하여 노드(node)와 에지(edge)로 연결된 뿌리나무(rooted tree)를 만들기 위해서 질병의 분류에 따라 구성하여 만든 <생체신호조합, 증상조합> 쌍의 데이터를 분류한다. 예측 단계에서는 의사결정나무와 행렬들을 기반으로 하여 고안된 확률식을 통해 질병 확률을 측정하게 된다. 피드백단계에서는 예측된 결과에 따라 사용자의 반응을 통해서 질병예측 기법을 보정하는 단계이다. 이러한 과정은 ① 질병으로 인한 생체신호 및 증상의 정도는 환자집단과 정상집단에서 특정한 패턴을 보인다는 점과 ② 두 개의 집단에서 발견할 수 있는 패턴은 구별 가능할 정도로 차이가 있다는 점을 전제로 하고 있다.

본 판별 기법은 특정질환과 관련 있는 신체증상이나 생체신호의 종류의 서비스와 <생체신호조합, 증상조합> 가중치를 결정하여 질환에 관계없이 배열 구조를 구축할 수 있고, 축적된 환자집단과 정상집단의 데이터로 배열을 학습한다. 학습된 배열을 사용하므로 여러 종류의 신체적, 증상적 구조를 지원하면서도 상대적으로 빠른 학습과 판별 속도를 가지고 있고, 쉽게 판정 결과의 역 추적도 가능한 장점이 있다. 또한 개인 맞춤형 질병 예측 정확도의 향상을 위하여 환자집단과 정상집단의 크기 차이를 고려하여 PCADP 배열의 값을 계산하는 식에 정규화 기능을 부여하였고, 사용자 맞춤 진단의 정밀화를 위한 개인 맞춤형 피드백 메커니즘을 고도화하였다.

둘째, PCADP를 바탕으로 스마트 헬스케어 서비스는 데이터 명세의 의미 있는 표현을 위하여 스마트 헬스케어 온톨로지 프레임워크를 시맨틱스형으로 모델링하였

다. 스마트 헬스케어 온톨로지 프레임워크 기반으로 데이터들의 계층 구조 분석과 온톨로지 모델 작성을 통해 서비스, 스트레스, 증상 온톨로지 등 스마트 헬스케어 자료 명세를 위한 온톨로지를 구축하였다. 또한 이러한 온톨로지의 생성 및 체계적인 관리를 위한 온톨로지 관리기를 개발하였고, 온톨로지 정보를 활용하여 스마트 헬스케어 프로세스를 구축하는데 필요한 서비스를 의미적으로 검색해주는 서비스 코디네이터를 구축하였다.

IA(Interrelation Appearance) 배열을 쉽게 이해하기 위해서 <생체신호 조합, 증상 조합> 쌍의 출현 빈도 기록에 사용하기 위하여 CI(Combination Interrelation) 배열을 설명하기 전에 <생체신호, 증상> 쌍의 출현 빈도를 기록할 수 있는 IA(Interrelation Appearance) 배열을 구성하였다. IA(Interrelation Appearance) 배열의 각 행은 하나의 생체신호 및 증상신호와 연관되며, IA(Interrelation Appearance) 배열의 각 열은 하나의 증상과 연관된다. 따라서 IA(Interrelation Appearance) 배열의 각각의 원소는 하나의 <생체신호조합, 증상조합> 쌍과 연관되어 <생체신호조합, 증상조합> 쌍의 출현 빈도를 기록할 수 있다.

예를 들어 IA(Interrelation Appearance) 배열이 취급해야 하는 생체신호와 증상으로 각각 두 가지 종류의 생체신호 {b1, b2}와 두 가지 종류의 증상 {s1, s2}이 있다고 가정하자. 그리고 각각의 생체신호 및 증상은 다시 두 가지 형태(types)의 생체신호 및 증상으로 나뉜다고 가정하면, IA(Interrelation Appearance) 배열은 {b11, b12, b21, b22}를 행으로 갖고 {s11, s12, s21, s22}를 열로 갖는 4 X 4 IA(Interrelation Appearance) 배열의 형태가 된다.

아울러 특정 질환이 있는 사람들 {p1, p2, p3}과 정상군에 속하는 사람들 {p4, p5, p6}가 주어지고 각 사람들이 갖는 <생체신호조합, 증상조합> 쌍의 정보가 아래와 같이 주어졌다고 가정한다. 즉 질환 군에 속하는 {p1, p2, p3}에 대해서는

$p1 = \{ \langle b11, s11 \rangle, \langle b11, s22 \rangle, \langle b22, s11 \rangle, \langle b22, s22 \rangle \}$
 $p2 = \{ \langle b11, s11 \rangle, \langle b11, s21 \rangle, \langle b21, s11 \rangle, \langle b21, s21 \rangle \}$
 $p3 = \{ \langle b12, s12 \rangle, \langle b12, s22 \rangle, \langle b22, s12 \rangle, \langle b22, s22 \rangle \}$
 와 같은 <생체신호조합, 증상조합> 쌍 정보가 주어지고, 정상 군에 속하는 {p4, p5, p6}에 대해서는,
 $p4 = \{ \langle b12, s12 \rangle, \langle b12, s21 \rangle, \langle b21, s12 \rangle, \langle b21, s21 \rangle \}$
 $p5 = \{ \langle b12, s12 \rangle, \langle b12, s21 \rangle, \langle b22, s12 \rangle, \langle b22, s21 \rangle \}$

$p6 = \{ \langle b11, s11 \rangle, \langle b11, s22 \rangle, \langle b21, s11 \rangle, \langle b21, s22 \rangle \}$ 와 같은 정보가 주어졌다고 가정한다. IA(Interrelation Appearance) 배열의 각 원소에는 질환집단과 정상집단 별로 <생체신호조합, 증상조합> 쌍의 출현 빈도를 누적시켜 기록한다. 즉 IA(Interrelation Appearance) 배열의 각 원소 값은 해당 집단에서의 대응되는 <생체신호, 증상> 쌍의 출현 빈도를 나타내게 된다.

CI(Combination Interrelation) 배열은 IA 배열을 확장하여 생체신호조합 및 증상조합뿐 아니라 생체신호 조합 및 증상 조합 정보를 취급한다. 따라서 CI(Combination Interrelation) 배열에는 <생체신호조합, 증상조합> 쌍의 출현 빈도가 아닌 <생체신호 조합, 증상 조합> 쌍의 출현 빈도를 기록한다. 상기 예를 대상으로 CI 배열을 구성하는 경우에는 IA(Interrelation Appearance) 배열의 행과 열에 생체신호 조합인 {b11, b21}, {b11, b22}, {b12, b21}, {b12, b22}를 행에 추가하고, 증상 조합인 {s11, s21}, {s11, s22}, {s12, s21}, {s12, s22}를 열에 각각 추가한다. CI(Combination Interrelation) 배열은 IA(Interrelation Appearance) 배열을 포함하고 있어 IA(Interrelation Appearance) 배열이 담고 있는 정보보다 조금 더 포괄적인 정보를 담고 있으며, 예측 정확도를 더욱 향상시킬 수 있다.

3. PCADP 알고리즘 검증

3.1 질병예측 알고리즘 정규화

개인 PCADP 알고리즘 정규화 프로그램은 특정 질병에 해당하는 PCADP 배열이 feature 또는 range를 공통으로 하는 스키마(schema)를 이용하여 유연하게 구성할 수 있으며, 학습데이터 저장, 확률값 제공, 검증 실험 수행 등 여러 가지 기능을 제공해준다. 그리고 그 기능을 누구든지 손쉽게 이용할 수 있게 하기 위하여 PCADP client를 웹기반으로 구현하였다. Fig. 1는 구현된 프로그램의 가능한 기능들을 명령 창에 나타낸 모습이다.

PCADP 정규화 프로그램은 각 단계별로 수행할 수 있게 기능을 재구성하였다. 즉, 학습만을 원하는 경우와 질병 유무 판단만을 원하는 경우 각각을 모두 지원 가능하다. 또한, 검증을 위한 실험도 XML schema파일과 학습 데이터만을 가지고 쉽게 검증 실험을 할 수 있으며, 개인 별로 PCADP 배열을 생성하여 데이터를 저장하고 개개인

의 데이터를 관리할 수 있는 기능을 제공한다.

PCADP 배열은 다양한 질병이나 feature 또는 range의 변화에도 유연하게 대처할 수 있어야 한다. 이를 위하여 질병별로 다른 feature와 다른 range를 구성할 수 있게 XML 스키마를 정의하였다. X축에는 생체신호인 Glucose라는 이름과 그의 range를 포함하고 있고, Y축에는 증상 중 하나인 uneasiness와 그의 range를 포함하고 있다. X축 또는 Y축의 feature가 없을 시에는 “T”라는 이름을 가지는 가상의 feature를 두어야 하고 그것의 range는 하나를 반드시 가져야만 한다. 같은 방법으로 다른 질병들도 해당 질병의 feature와 range를 정의하여 schema에 맞게 XML문서를 작성하면, 프로그램이 PCADP 배열에 틀을 만들어 줄 수 있다.

```
Appearance Probability Matrix v1.0
Usage: apm [opt] ...
Options include:
  -train: [schema.xml] [normaldata.txt] [controldata.txt] [matrix-output.dat]
          (Train matrix with training data and then store it to file.)
  -prob:  [schema.xml] [matrix.dat] [inputdata.txt]
          (Load matrix and then compute probability of input data)
  -5cross: [schema.xml] [normaldata.txt] [controldata.txt]
           (Validate the matrix with normal/control data based on 5 cross validation method.)
  -prt:   [schema.xml] [matrix.dat]
          (Print the matrix data on standard output.)
  -iv:   [schema.xml] [matrix.dat]
          (Print the impact value on standard output.)
```

Fig. 1. Program Function

3.2 검증실험 결과

Smart Healthcare 서비스 내에서 온톨로지 관리기가 실제로 어떻게 활용되고 있는지 보여주기 위해 스트레스를 받는 그룹 판정을 위한 온톨로지 활용 서비스 및 서비스 내에서 일어나는 작업을 처리하는 과정을 보여주는 GUI인 온톨로지 관리기 모니터를 개발하였다.

온톨로지 관리기 모니터(Ontology Manager monitor)는 서비스에서 제공하는 정보를 활용하여 온톨로지 매니저(Ontology Manager)가 온톨로지의 검색, 추론, 수집 등을 통하여 결과를 도출하는 과정을 시각적으로 보여주기 위한 도구이다. 입력값(Input), 출력값(Output), 검색결과(Search Result), 경과 기록(Event Log), 온톨로지 트리(Ontologies)를 표현하는 부분들로 구성되어 있다.

각각의 부분들에 대해 설명을 하자면 입력값은 WebVine을 통해 현재 서비스에 XML 형식으로 전달된 값들을 출력한 것이다. 검색결과 부분은 주어진 정보를 입력값으로 하여 온톨로지 매니저를 활용한 서비스를 통해 도출된 결과를 출력하는 화면이다. 온톨로지 트리 부분은 현재 작업이 온톨로지의 어떠한 노드를 사용하였는지 지정하여 보여준다. 출력값은 입력값에 더하여 온톨로지 매니저를 통해 도출한 결과값을 WebVine을 통해 다음 서비스에 보내주었다는 것을 나타낸다. 마지막으로 경과 기록부분은 서비스의 시작, 결과, 종료 여부 등 서비스에서 발생한 사건과 그 시간을 기록한다.

Smart Healthcare 서비스를 제작하는 과정에서 온톨로지 및 온톨로지 관리기는 데이터 검색, 관리 및 추론에 활용될 수 있다. 온톨로지로 구성된 지식베이스는 기존의 데이터베이스와는 다르게 데이터를 의미적으로 표현함으로써 의미가 좀더 명확하게 표현되고 기계가 데이터를 이해하여 새로운 사실을 추론하는 등 많은 분야에서 연구되고 활용되고 있다.

PCADP 배열 matrix에서는 Fig.2와 같이 스트레스를 받는 군과 비스트레스군의 분포를 가지고 있다. 이 데이터는 주기적으로 발전하고 일반적인 생체신호와 문진 결과에 따른 스트레스 확률을 측정하기 위한 기본 자료로 사용된다.

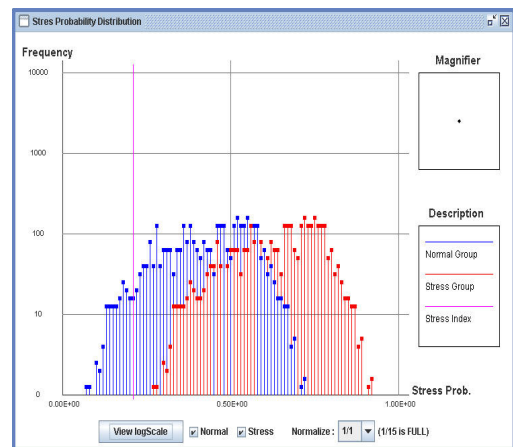


Fig. 2. Stress probability distribution diagram

개인 맞춤형 질병예측 모델인 PCADP 배열은 CI 배열을 기반으로 구성되기 때문에, 본 연구는 어떤 생체신호와 신체증상의 조합이 특정 진단에 기여하는지를 쉽게

판단할 수 있다. 그림 Fig.3에서 칼라로 표시된 부분은 대응되는 생체신호조합과 증상조합의 요소들이고 0부터 1 사이의 확률이 개인 맞춤형 질병예측 모델인 PCADP 계산식에 의해 계산된다.

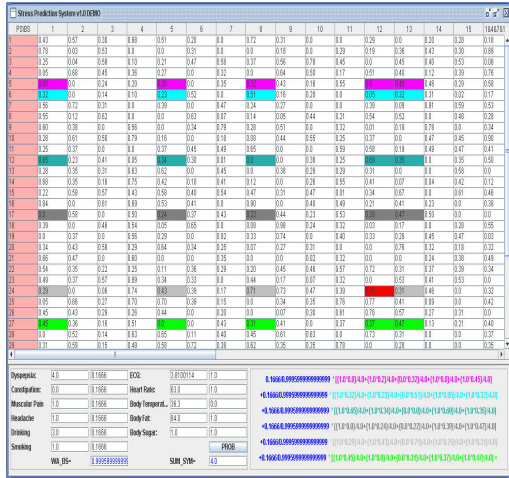


Fig. 3. Health index result obtained from PCADP

PCADP 배열은 분석을 하는데 사용되는 생체신호와 신체증상의 다양한 형태를 가능하게 한다. Fig.4에서와 같이 사용자는 배열에서 그들의 위치와 다른 이들의 위치를 비교할 수 있다.

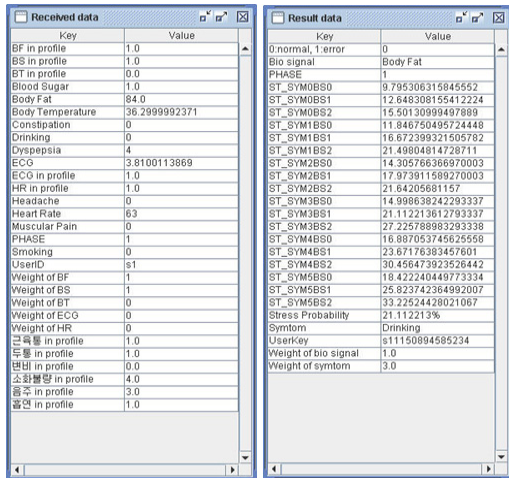


Fig. 4. Input or Output Data from PCADP

또한 PCADP 배열을 사용할 때, 사용자를 환자집단으로 구분하는데 기여하는 주된 생체신호와 신체증상 쌍을

찾는 것은 비교적 쉽다. 결과적으로, 예측시스템은 특정 질환의 원인을 사용자에게 이해하기 쉽게 보여줄 수 있다. 개인의 생체신호와 질환의 가중치 벡터는 사용자의 선호에 따라 조정이 가능하기 때문에 사용자 맞춤 진단이 가능하다.

4. 결론 및 향후 연구과제

Smart Healthcare 서비스를 위한 개인 맞춤형 질병예측 알고리즘을 프로세스로 해석하기 위하여 두 가지 내용을 제안하였다. 첫째, 온톨로지 기반 스마트 헬스케어 환경에 부합하는 개인 맞춤형 질병예측 기법을 제안하였다. 둘째, PCADP를 바탕으로 스마트 헬스케어 서비스 및 데이터 명세의 의미 있는 표현을 위하여 스마트 헬스케어 온톨로지 프레임워크를 시맨틱스형으로 모델링하였다.

제안된 PCADP는 Smart Healthcare 환경에서 개인 맞춤형 질병 예측 판별 기법이 갖추어야 할 조건인 실시간 처리, 유연한 구조, 판별과정의 모니터링, 지속적인 개선 등에 부합하는 통계학적 질병예측 기법임을 확인하였다.

REFERENCES

- [1] Joong-Don Kwon, *Customer Characteristics Analysis of the Curing Expert System for Dementia or Other Disabilities*, AlphaInternet Co. Ltd., 2001.
- [2] D. S. Han, I. Y. Ko and S. J. Park, *A Study on the Development of the Mobile smart healthcare Service System*, The final report of research with the same title from ICU, Korea, 2006.
- [3] D. S. Han, I. Y. Ko and S. J. Park, "Evolving Mobile smart healthcare Service Platform," *Proceedings of the Information Security Society*, Vol. 17, No. 1, pp. 11-21, 2007.
- [4] D. Konstantas, R. Bults, A. Van Halteren, K. Wac, V. Jones, I. Wkdy, R. Herzog, and B. Streimelweger, "Mobile Health Care: Towards a commercialization of research results," *Proceedings of the 1st European Conference on eHealth-ECEH06-Fribourg, Switzerland*, pp. 12-13, 2006.
- [5] M. Pappas, C. Coscia, E. Dodero, G. Gianuzzi, and V. Earney, "A Mobile E-Health System Based on

- Workflow Automation Tools,” *Proceedings of the 15th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, pp. 271-276, 2002.
- [6] B. W. Min, Y. S. Oh, D. S. Han and J. Y. Ku, “Design of a Mobile smart healthcare Service Platform,” *Proceedings of the Fall 2009 Integrated Conference*, Korea Contents Association, Vol. 7, No. 1, pp. 797-801, 2009.
- [7] H. S. Lee, J. H. Bak, B. K. Sim, H. O. Lee, S. W. Han, B. W. Min and H. T. Lee, “Web-based Patient Monitoring System Using a Wireless Diaper Wetness Sensor,” *Proceedings of ICC2008*, Korea Contents Association, Vol. 6, No. 2, pp. 652-660, 2008.
- [8] B. W. Min, H. T. Lee and Y. S. Oh, “USN-Based Intelligent Urine Sensing U-Care System,” *Proceedings of the Spring 2008 Integrated Conference*, Korea Contents Association, Vol. 5, No. 2, pp. 598-601, 2008.
- [9] B. W. Min and Y. S. Oh, “Design of a Healthcare Product Using Wetness Sensor,” *Proceedings of the Spring 2007 Integrated Conference*, Korea Contents Association, Vol. 3, No. 2, pp. 144-147, 2007.
- [10] H. G. Park, H. J. Kim and S. J. Lee, “A Transmission Management System for Signals from Living Bodies Using ZigBee,” *Proceedings of the 2008 Conference*, Korea Computer Society, Vol. 32, No. 1, pp. 526-528, 2005.
- [11] M. A. Klopotek, “A New Bayesian Tree Learning Method with Reduced Time and Space Complexity,” *Journal of Fundamenta Informaticae*, Vol. 49, Issue 4, 2002.
- [12] I. Inza, M. Merino, P. Larranage, J. Quiroga, B. Sierra and M. Giralda, *Feature Subset by genetic algorithms and estimation of distribution algorithms*, A case study in the survival of cirrhotic patients treated with TIPS, *Artificial Intelligence in Medicine* 23, 2001.
- [13] G. F. Cooper, C. F. Aliferis, R. Ambrosino, J. Aronis, B. G. Buchanan, R. Caruana, M. J. Fine, C. G. Gylmour, G. Gordon, B. H. Hanusa, J. E. Janosky, C. Meek, T. Mitchell, T. Richardson, P. Spirtes, “An evaluation of machine learning methods for predicting pneumonia mortality,” *Journal of Artificial Intelligence in Medicine*, Vol. 9, Issue 2, Feb. 1997.
- [14] M. J. Fine, B. H. Hanusa, J. R. Lave, D. E. Singer, R. A. Stone, L. A. Weissfeld, C. M. Coley, T. J. Marrie and W. N. Kapoor, “Comparison of severity of illness measured in patients with community-acquired pneumonia,” *Journal of Gen Intern Med*, Vol. 10, No. 7, pp. 359-368, Jul. 1995.
- [15] I. K. Seo and S. H. Lee, “An Efficient Hospital Service Model of Hierarchical Property information classified Bioinformatics information of Patient,” *Journal of Convergence Society for SMB*, Vol. 5, No. 4, pp. 17-23, Dec. 2015.
- [16] E. G. Lim, Z. Wang and S. H. Lee, “Wearable antenna for Body area Network,” *Journal of Convergence Society for SMB*, Vol. 3, No. 2, pp. 27-32, Nov. 2013.
- [17] Y. S. Jeong, “RFID-based Authentication Protocol for Implantable Medical Device,” *Journal of Digital Policy & Management*, Vol. 10, No. 2, pp. 141-146, Feb. 2012.
- [18] Y. S. Jeong and S. H. Lee, “u-Healthcare Service Authentication Protocol based on RFID Technology,” *Journal of Digital Policy & Management*, Vol. 10, No. 2, pp. 153-160, Feb. 2012.

저 자 소 개

민 병 원(Byung-Won Min)



- 2005년 2월 : 중앙대학교 대학원 컴퓨터소프트웨어학과(공학석사)
 - 2010년 2월 : 목원대학교 대학원 IT공학과(공학박사)
 - 2005년 4월 ~ 2008년 2월 : 영동대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 - 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : 목원대학교 산학협력단 전임강사
 - 2011년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 공과대학 정보통신융합공학부 조교수
- <관심분야> : 온톨로지, 스마트 헬스케어, 모바일콘텐츠, 클라우드 컴퓨팅, SaaS, 모바일 클라우드