

HRV와 안구활동(EOG) 신호의 BP알고리즘 이용을 통한 졸음운전 방지 기법 설계

Drowsy – driving Prevention Techniques by BP Algorithm Using ElectroOculomoorGraphy and HRV

박원식*, 최진우, 김태민, 양영규

Won Sik Park*, Jin Woo Choi, Tae Min Kim, Young-Kyu Yang

경원대학교 대학원 전자계산학과

pws_js@hotmail.com, scc0309@hotmail.com,

cjw49@paran.com, ykyang@kyungwon.ac.kr

요약

최근 차량증가에 따라 교통사고가 날로 증가하고 있고, 안전운전을 위한 보조장치 개발의 필요성이 증대되고 있다. 특히 교통사고 원인중 운전자의 졸음으로 인한 사고가 30%에 달하고 있어 졸음운전 예방장치의 개발이 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 졸음운전예방을 위한 효율적인 졸음경보 장치시스템을 제안한다. 제안하는 방법은 HRV와 안구활동 신호를 BP(역전파알고리즘)을 이용 보다 더 정확한 측정 및 판단을 행하여 운전자에게 음성경고를 보내주는 방식이다. 제안된 방식은 기존의 연구된 피부전기활동, 영상처리를 이용한 졸음운전 감지 시스템, 심박변동신호 분석 방법보다 훨씬 효율적인 졸음경보를 할 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words: 심박변동신호, 안구활동, BP알고리즘, 졸음운전 방지 기법

1. 서론

피로 상태에 있거나 잠이 부족하여 졸음을 느끼면 휴식을 취하고 싶어 하지만 운전 중에는 휴식을 취하는 것이 제한되어 있다. 이런 경우 휴식할 장소에 도착할 때까지는 운전자의 각성상태를 지속시키고 안전운전을 하는 것이 필요하다. 날이 갈수록 자동차는 증가하고 있고 증가할수

록 교통사고 또한 증가하고 있다. 교통사고의 주요 원인은 졸음운전이다. 장시간의 운전은 운전자의 피로도를 증가시킨다. 이렇게 증가된 피로감은 운전자의 주의를 분산, 저하시키거나 안전운행을 저해하는 요소가 될 수도 있으므로 운전자에게 전해지는 피로도에 대한 분석이 필요하다. 이전 연구들은 졸음 상태를 감지하는 심

박변동신호 분석을 이용한 운전피로도 조사, 피부전기활동 변화, 영상처리를 이용한 졸음운전 감지 시스템등 다양한 접근이 시도되고 있다. 서울소재 교통사고 전문병원인 해민병원의 조사에 따르면 야간 교통사고(고속도로기준)의 30%가 졸음운전으로 인한 사고로 집계되고 있다. 본 연구에서는 심전도(ECG:Electrocardiogram)를 이용한 심박율(HRV:Heart Rate Variability), 안구활동(EOG:ElectroOculomoorGraphy)의 신호를 신경망 역전파 알고리즘(BP:Back Propagation Argorithm)을 이용 분석하는 운전자 졸음 방지 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

운전피로도를 측정하는 방법에는 작성된 설문지의 응답을 통해 알아보는 주관적 방법과 생체신호를 측정하여 분석하는 객관적인 방법이 있다.

주관적 평가방법은 운전피로를 연속적으로 모니터링 할 수 없으므로 실제 상황에서는 적용이 불가능 하므로 생체신호를 측정하고 분석하여 운전자의 상태를 객관적이고 연속적으로 관찰할 수 있는 방법들이 연구되어져 왔다.

생체신호의 변화를 통해 운전자의 피로도를 분석하기 위해서는 피부전기활동(EDA),심박변동신호(HRV), 심전도(ECG)를 이용한 심박율, 안구활동(EOG)등 여러 종류의 신호를 측정할수 있다.

피부전기활동(EDA:ElectrodermalActivity)는 피험자의 손에 생체전극을 부착하여 측정하는 방법이다. 이 방법은 전극과 피부간의 접촉 임피던스가 변화하여 발생하는 동잡음은 각성도 판정시 오류를 발생시키고 핸들전극을 잡지 않을 경우 각성상태를 측정할수 없는 단점이 있다.

심박변동신호(HRV:Heart Rate Variability)는 심박율을 심전도로부터 평균 RR간격을

구하는 방법이다. Pan, Tomkins가 제안한 방법을 이용해서 RR간격으로 신호를 재구성한 후에 cubic interpolation을 적용하여 5Hz down sampling을 한다.

문제점은 심장부근에 전극을 설치해야 하는 불편한 점과 사람마다 운동수행, 인지, 지각, 정서반응, 성격요인등 여러 가지 이유로 정확한 데이터를 얻기 힘들다는 점이다.

안구활동(EOG:ElectroOculomoorGraphy)은 카메라로 눈의 깜빡임과 하품을 측정하여 일정시간 동안 깜빡임 시간과 하품 시간을 측정하는 방법이다.

운전석 앞에 운전중 방해가 될수 있는 카메라 설치 및, 개인차가 크다는 점등 문제점이 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 심박율과 안구활동의 생체신호를 BP신경망을 이용 시스템을 제안한다. BP신경망은 사람 뇌의 동작에 가깝게 만든 프로그램 또는 데이터 구조 시스템을 말한다.

학습 방법으로는 교사 학습 방법과 비교사 학습 방법으로 나뉘어지며, 교사 학습 방법은 목적 값이 있는 것을 말하며, 후자는 목적 값이 존재하지 않는 신경망을 말한다.

여기에서 목적 값이란 주어진 입력 값에 대해 신경망이 출력해 주기 원하는 출력 값을 말하며 외부로부터 주어진 값이다. 신경망의 특징을 이용 안구활동과 심박율의 졸음상태의 결과 값을 알수 있기 때문에 BP신경망을 이용 두 생체신호를 fusion하여 효율적인 졸음경보를 할수 있을 것으로 기대된다.

3. 생체신호의 특성

3-1. 심박변동신호

심박변동신호(HRV:HeartRate Variability)

에 대한 기존의 운전피로도 연구들에서 심박변동 신호분석에는 평균심박율이나 주파수 성분의 변화 같은 선형분석방법들이 주로 사용되었다.

그러나 심혈관계의 상태는 비선형 특성을 지니고 있다는 연구결과들이 나오고 있으며 최근의 심박변동신호 분석에 대한 연구들은 기존의 선형분석 방법과 비선형 분석방법을 함께 사용하고 있다.

비교적 동잡음에 민감하지 않고 소형의 장비로 장시간 관측이 가능하며 정신·생리학적인 반응을 잘 나타낸다는 점에서 운전피로도 연구에 쓰이는 생체신호라 할 수 있다.

Niels의 연구에서는 심박변동신호의 주파수 성분중 0.05~0.15Hz인 저주파 대역의 값이 운전거리와 유사함이 있음을 보였다. ROSS는 대형트레일러 운전자들을 대상으로 한 실험에서 심박변동 신호의 평균심박동율과 주파수 성분에서 0.12Hz~0.4Hz 성분(Respiratory Sinus Arrhythmia:RSA), 0.06~0.1Hz성분(Traube Hering Mayer wave:THM)등 세가지 변수 중에서 평균심박동율이 가장 운전자의 상태를 잘 나타낸다고 하였다.

측정된 신호는 <그림1>의 과정을 통해 HRV 신호로 재구성 하였다.

Pan, Tomkins가 제안한 방법을 이용해서 RR간격으로신호를 재구성한 후에 cubic interpolation을 적용하여 5Hz down sampling을 하였다.

심박율은 심전도로부터 평균 R-R 간격을 구하였다.

정순철의 연구결과에 의하면 평균 R-R 간격은 <그림2>에서 전체조사 대상자들을 분석했을때 control에 비해 (10분 $p < 0.01$), 55분후($p < 0.01$)에서 유의한 차이가 있다.

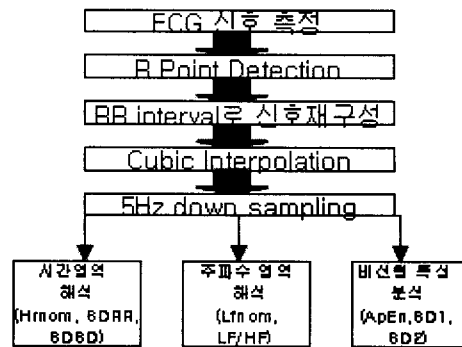


그림1. 심박변동신호 처리 과정

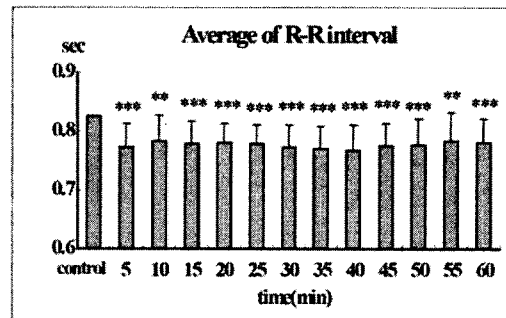


그림2. 주행시간에 따른 심박율의 변화

3-2. 피부전기활동

피부전기활동(EDA:ElectrodermalActivity)의 신호측정은 수분간 안정화 시간을갖고, 피험자가 각성 상태를 유지, 이후 일 정시간동안 각성 상태 변화에 기준이 되는 피부 임피던스 값을 SIL(Skin Impedance Level)평균 값을 이용 하여 측정한다. 그리고 나서 SIL 값을 BI(Basal Impedance)로 나눈 값을 Nz index로 정의 값을 얻어낸다. SIR(Skin Impedance Response) 발현 간격을 IRI(Inter SIR Interval)로 정의하고 IRI를 얻는다. <그림3>, <그림4>의 신호는 졸음상태와 각성상태의 SIR, SIL를 보여준다.

일반적으로 이 과정을 30분 주기로 반복 하면서 EDA신호를 측정한다. 측정은 자동차에서 구현하기 쉬운 방식을 하기 위해 피험자의 손에 생체 전극을 부착하여 EDA신호를 측정한다. 이러한 방식은 핸들에 전극을 부착하여서 구현할 수 있기 때문에 실현성이 있다고 여겨진다.

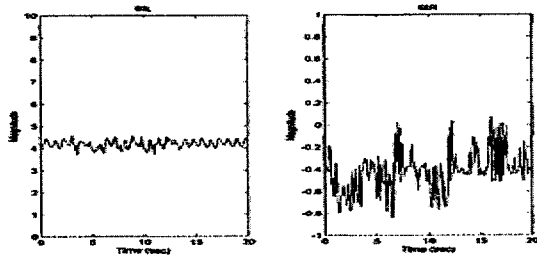


그림3. EDA의 각성상태에서의 SIL과 SIR

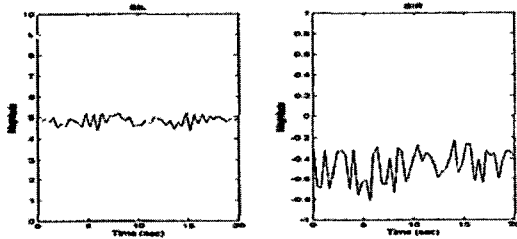


그림4. EDA의 졸음상태에서의 SIR과 SIL

3-3. 안구활동(EOG)

안구활동(EOG:ElectroOculomoorGraphy) 측정법은 실시간 영상처리 방법으로 운전자가 각성상태에서 졸음상태로 진행하게 되면서 나타나는 행동적 변화, 즉 눈꺼풀의 움직임을 추적, 분석하여 졸음을 감지하는 비접촉방식이다.

안구활동 측정은 우측 동공을 지나가는 수직선상의 눈썹 위쪽 전액부와 아래쪽 안검부에 전극을 부착하여 피험자의 눈깜빡임 횟수를 측정하고 눈깜빡임율(분당 눈

깜빡임 횟수)를 구한다.

<그림5>는 신용균의 연구결과로 고속도로 주행과 시내주행을 비교하였을 때 고속도로 주행이 시내 주행보다 눈깜빡임이 많았으며, 20~120분 경과 및 160분 경과 시에 통계적인 유의차가 인정되었다.($p < 0.05$, $p < 0.01$)

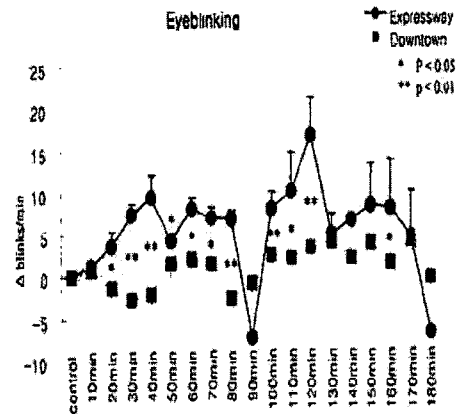


그림5. 주행조건별 눈깜빡임율의 변화

4. 시스템 설계

위 관련연구 HRV 신호와 EOG 신호를 입력하여 BP신경망을 통해 얻어진 결과를 도출한다.

HRV의 문제점은 사람마다 운동수행, 인지, 지각, 정서반응, 동기, 성격 요인 등 여러 가지 이유로 정확한 데이터를 도출하기가 어렵다는 점이다. 이러한 현상은 운전자의 생활 습관이나 도로상황 등에 따라서 다양한 패턴으로 나타나므로 이런 비정상적인 신호를 인식하는 것이 문제이다.

EOG의 문제점은 전극을 안睫의 상하(상은 전액부 하는 하퇴검부)에 붙이면 안구의 수직 운동을 잴 수가 있지만 그럴 경우 상하 10° 정도 까지 밖에 직선성이 없고

또한 개인차가 크다는 점이다. 이러한 개인차가 심한 경우 측정된 결과 값이 정확할수는 없다. 이런 단점을 보완하여 두가지의 신호를 상호보완적으로 매칭하여 더 정확한 운전자 졸음 방지 기법 설계가 필요하다.

본 연구에서는 두 데이터 신호를 BP 알고리즘을 통해 하나의 결과패턴으로 도출하는 것이다. <그림6>은 BP신경망을 이용한 졸음운전 방지 시스템의 처리과정이다.

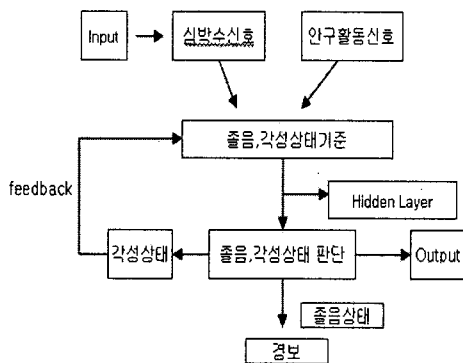


그림6. BP를 이용한 시스템 설계

그림에서 각기 다른 신호에 따른 신체 불편도의 입력 값이 은닉층에서 두 입력 값을 BP신경망을 통해 하나의 결과 값으로 도출된다. HRV의 입력 값은 각성상태이나, 안구활동의 입력 값은 졸음상태일 경우 두 신호의 도출되는 값이 틀리므로 feedback 하고 두 신호가 모두 졸음상태일 경우 결과 값을 도출하는 과정을 보여준다. BP신경망의 특징은 두가지의 생체신호의 졸음 및 각성상태의 값을 알고 있기 때문에 졸음 상태의 값에 도출되면 신호를 보내주는 것이다.

시간에 따라서 다른 방법으로 결과를 도출할 수 있다. 식사후시간, 야간 심야시간 등 경우에 따라서 두가지의 입력 값중

하나의 입력 값만 졸음상태일 경우 운전자의 졸음 경보를 보내준다.

5. 결론

본 논문에서는 심박수와 안구활동의 생체신호를 대상으로 BP신경망을 이용 두 신호를 fusion하여 효율적인 운전자 졸음 방지 기법을 설계하였다. 생체신호는 사람마다 특성에 따라 틀리기 때문에 하나의 생체신호로는 결과를 예측하기 어려우나 두가지 신호를 BP신경망을 통해 fusion하면 효율적인 졸음 방지를 운전자에게 서비스 할수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구과제로써는 다양한 생체신호 방법의 표준화, 각 신호의 차이유무, 운전자의 졸림에 가장 적합한 생체신호를 찾는 것이다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2006-C1090-0603-0040)

참고문헌

- [1] 어홍준, 윤명환, 정민근, "이중과업하의 모의운전에서 표면 뇌전위를 이용한 운전피로의 진단에 관한 연구: 운전자 행동모형과 뇌파 인터페이스의 응용 가능성", 한국정보과학회, 정보과학회지 제22권 제2호 2004. 2, pp(52~62page)
- [2]. 고한우, 김연호, "졸음운전방지를 위한 각성도 제어기준의 설정 및 분석", 한국자동차공학회, 한국자동차공학회 춘추계 학술대회 논문집 한국자동차공학회 1997년 추계학술대회는 문집 2호, 1997. 11, pp. 1171 ~

- 1176 (6pages)
- [3] 김정룡, 윤상영, "생체신호를 통한 운전자 심리·생리상태 판단 방법 비교", 대한인간공학회, 대한인간공학회 학술대회논문집 대한인간공학회 2002년 창립20주년기념 학술대회논문집, 2002.11, pp.309 ~ 312 (4pages)
- [4] 김선웅, 박세진, 이영신, ".생리신호를 이용한 운전자 피로감 평가 방법 개발" 한국자동차공학회, 한국자동차공학회 춘추계 학술대회 논문집 한국자동차공학회 2003년 춘계학술대회논문집 2호, 2003. 5, pp. 1208 ~ 1212 (5pages)
- [5] 나석희, 임성현, 정민근, "체압 분포를 이용한 운전자 자세변화 및 피로감 평가 (Evaluation of Drivers Postural Change and Fatigue using Body Pressure Distribution)", 대한인간공학회, 대한인간공학회 학술대회논문집 대한인간공학회 2000년 학술대회논문집 제2권, 2000. 10, pp. 1 ~ 4 (4pages)
- [6] 김남균, 정경호, 김법중, "졸음운전의 자동 검출 및 각성 시스템 개발에 관한 연구", 대한의용생체공학회:의공학회지, 1997, 18(3), pp.315-323
- [7] 전효정; 민병찬; 성은정; 최현재; 김태은; 강인형; 김소형; 김철중; 신용균, "주행상황에 따른 운전자의 주관적인 피로감 평가" 한국감성과학회 02 춘계학술대회 논문집, pp.139-143, 2002
- [8] 이용범, 이명호, "피부 임피던스 신호 분석을 통한 졸음운전 판단 시스템 개발" 전기학회논문지(2007), 2007, 56(2), pp.432-435
- [9] 성홍모, 차동익, 김선웅, 박세진, 김철중, 윤영로, "HRV 분석을 이용한 운전피로도에 관한 연구", 의공학회지, 제24권, 제1호, 2003
- [10] 이미희, 김종윤, 송철규, 김남균, "산소와 칼라를 이용한 운전자 졸음 각성 시스템 개발에 관한 연구", 대한의용생체공학회:의공학회지, 2000, 21(2), pp.175-180
- [11] 민병찬, 전효정, 성은정, 강인형, 최지연, 김철중, 정순철, "자동차 시뮬레이터에서 Simulator Sickness와 생리적 반응에 대한 연구", 한국산업경영시스템학회, 한국산업경영시스템학회 학술대회 한국산업경영시스템학회 2003년 춘계학술대회 논문집, 2003. 5, pp. 50 ~ 53 (4pages)