

■ 論 文 ■

# 다중 정보를 활용하는 차량 모니터링 시스템의 구현

Implementation of a Vehicle Monitoring System using Multimodal Information

**박 수 완**

(대구경북과학기술원 HumanLAB 연구원)

**손 준 우**

(대구경북과학기술원 HumanLAB 연구책임자)

## 목 차

- I. 서론
- II. 차량 모니터링 시스템 구현
  - 1. 시스템 개요
  - 2. 소프트 동기화 메커니즘
  - 3. Main Control PC
  - 4. Sub Control PC
  - 5. Driver Gaze Tracking PC
- III. 데이터 분석
  - 6. Physiological Signal PC
  - 1. 실험 방법
  - 2. 실험 결과
  - 3. 종합적 운전 상황 분석
- IV. 결론
- 참고문헌

Key Words : 운전 부주의, 인지 부하, 운전 수행도, 운전 안전성, 운전 상황  
Driver Distraction, Cognitive Workload, Driving Performance ,Driving Safety, Driving Context

## 요 약

차량의 각종 안전장치 및 운전자 모니터링 장치에서 운전자의 상태를 파악하려 할 때는 운전자, 자동차, 도로 환경의 측정 변수들이 통합적으로 수집되고 해석되어야 한다. 본 논문에서는 운전 상황을 통합적이고 종합적으로 분석하기 위하여 일정한 시간 주기로 운전자, 차량, 도로 주변 환경과 같은 다양한 영역으로부터 데이터를 동기화하여 수집하는 실시간 차량 모니터링 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 소프트 동기화 메커니즘으로 다중 정보를 동기화하여 수집한다. 이는 하나의 마스터 시간과 차량 상태와 운전자 상태 등의 다양한 영역의 데이터들의 키 값들을 동일한 시간 주기로 하나의 파일에 저장하고, 각각 다양한 영역의 데이터들은 저장할 때 마스터 시간과 함께 저장함으로써 후에 특정 시간에 운전 상황을 쉽게 찾아 볼 수 있게 한다. 본 논문에서는 구현된 시스템으로 9명의 피험자의 인지 부하 실험에서 데이터를 수집하는 예를 보인다.

In order to detect driver's state in a driver safety system, both overt and covert measures such as driving performance, visual attention, physiological arousal and traffic situation should be collected and interpreted in the driving context. In this paper, we suggest a vehicle monitoring system that provides multimodal information on a broad set of measures simultaneously collected from multiple domains including driver, vehicle and road environment using an elaborate timer equipped as a soft synchronization mechanism. Using a master timer that records key values from various modules with the same master time of short and precise interval, the monitoring system provides more accurate context awareness through synchronized data at any given time.

This paper also discusses the data collected from nine young drivers performing a cognitive secondary task through this system while driving.

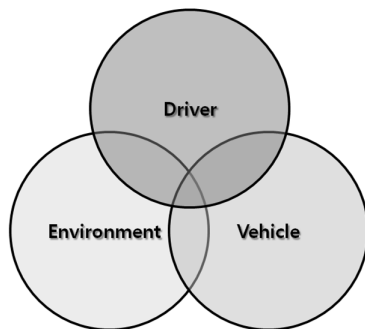
제17회 부산ITS세계대회(2010.10) 발표논문  
본 연구는 지식 경제부의 지식 경제 기술 혁신 사업(산업원천기술개발사업)의 연구비와 교육과학기술부의 "대구경북과학기술원"연구사업의 연구비의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 1. 서론

교통안전공단의 2005년 교통사고 통계에 따르면, 한국 교통사고의 60% 이상이 운전부주의와 관련되어 있으며(ROTA, 2005), 일본의 1998년 통계에 따르면, 차량 충돌 사고의 89%가 운전부주의와 같은 운전자의 실수에 관련되어 있다고 한다(National Police Agency, 1998). 이 통계치들은 사고 예방과 안전을 위해서는 운전자의 역할이 중요하며, 운전자가 역할을 제대로 수행할 수 있게 하는 차량 시스템과 도로 환경의 역할 또한 중요함을 설명한다.

Reimer et al.은 <그림 1>과 같이 사고 예방과 안전 운전(Driving Safety)에 기여하는 요소로 운전자, 도로 환경, 차량의 세 요소들을 꼽으면서 실제의 운전 상황이 이 세 영역들의 중첩되는 영역으로 소개한다(Brooks et al., 2005, Reimer et al., 2009, Park et al., 2010). 실제 운전이라는 상황 속에서 안전을 위해서 운전자와 도로 환경, 운전자와 차량, 도로 환경과 차량은 서로 영향을 주고받으면서 변화하기 때문이다. 가령, 운전자의 부주의가 발생할 경우에 경고를 주는 시스템이 내장된 차량이라면, 차량은 운전자의 상태를 모니터링함과 동시에 도로 환경의 특성을 파악하여 운전자에게 부주의 상태를 알려주고 운전자는 경고를 받을 경우에 운전에 다시 집중함으로써 서로 영향을 주는 운전 상황이 된다.

따라서 사고 예방과 안전 운전을 위해서 차량을 연구하고 개발할 경우에 변화하는 운전 상황(김원철 et al., 2009)을 이해하고 분석하여야 하며, 변화하는 운전 상황은 어느 한 요인만으로 예측하기 어렵기 때문에 다양한 영역에서의 관찰과 접근이 필요하다. 즉, 운전 상황에 관련된 다양한 센서들의 정보와 교통 환경 정보로부터 변수들을 수집하여 통합적으로 활용하여야 한다. 특히,



<그림 1> 안전 운전에 영향을 주는 주요 요인들

운전 상황을 통합적으로 이해하고 해석하기 위해서는 시간과 이벤트에 대해 데이터들을 동기화하는 것이 요구되며, 다양한 센서들이나 차량 네트워크의 특성상 소실 데이터들을 최소화하기 위해 높은 해상도의 동기화 시간이 필요하다.

이렇듯 변화하는 운전 상황을 이해하고 분석하기 위해서는 운전 상황을 통합적으로 모니터링할 수 있는 통합적인 플랫폼(Integrated Platform)이 요구된다. 통합적인 플랫폼 개발 연구의 초기인 SmartCar 프로젝트에서는 패턴 인식 방법(Pattern Recognition method)을 통해 운전자의 스트레스를 평가하는 차량 임베디드 시스템이 개발되었다(Healey and Picard, 2000). 이 시스템은 생체 신호와 영상 신호를 저장하는 방식으로, 운전 상황은 사후 설문지를 통해서 파악함으로써 운전 상황을 종합적으로 실시간 측정하는 데는 한계를 가지고 있었다. Ramon et al.(2008)은 동일한 시간 스케일에서 생리적 신호와 다른 소스로부터의 데이터를 수집하여 운전자의 상태를 모니터링하는 통합적인 플랫폼을 개발하였다. 그러나 Ramon et al.의 시스템은 시선 정보, 차선 위치 데이터와 같은 유용한 정보를 수집하지 못한 한계점을 가지며, 동기화 시간을 가장 늦은 샘플링 속도인 비디오 샘플링 속도에 맞추어 좀 더 빠른 샘플링 속도를 가진 데이터들의 동기화에서 불필요하게 소실 시간이 발생하는 한계점을 가졌다.

본 논문에서는 일정한 시간 주기로 운전자, 차량, 도로 주변 환경과 같은 다양한 영역으로부터 데이터를 동기화하여 수집하는 실시간 차량 모니터링 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 PC 기반에서 소프트웨어 메커니즘을 활용하여 다양한 영역의 데이터들을 동기화하여 수집함으로써 특정 시간과 이벤트에서의 운전 상황을 쉽게 파악할 수 있게 한다. 이는 정교한 하나의 마스터 시간(Master Time)과 다양한 영역의 데이터의 키 값을 짧은 시간 주기로 동기화하여 저장하고, 다양한 영역의 데이터는 마스터 시간과 함께 각각 저장한다. 그래서 차량의 네트워크인 High Speed CAN(Controller Area Network) 등에서 나오는 데이터와 같이 샘플링 속도가 높은 데이터들의 누락이 없게 하며, 보다 짧은 주기로 변화하는 운전 상황을 파악할 수 있게 한다. 또한 본 논문에서는 구현된 시스템으로 9명의 피험자에 인지 부하 실험을 한 데이터와 동기화된 데이터를 분석하여 운전 부주의를 추론하는 예를 보임으로 본 시스템의 유효성을 입증하고자 한다.

## II. 차량 모니터 시스템 구현

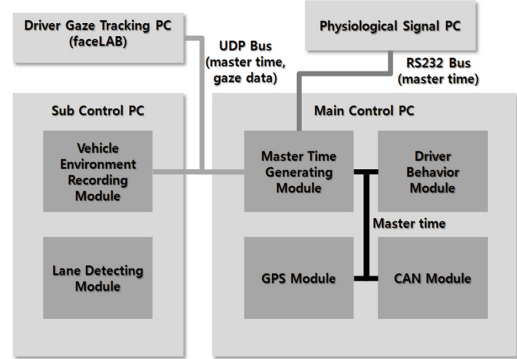
### 1. 시스템 개요

제안한 시스템은 <그림 2>와 같이 Master Time 생성 모듈(Master Time Generating Module), 운전자 상태 모듈(Driver Behavior Module) 모듈, GPS 모듈, CAN 모듈, 차량 주변 환경 모듈(Vehicle Environment Recording Module), 차선 검출모듈(Lane Detecting Module), 운전자 생체 모듈(Driver Physiology Module), 시선 추적 모듈(Driver Gaze Tracking Module)로 구성된다. 각 모듈은 Main Control PC, Sub Control PC, Driver Gaze Tracking PC, Physiological Signal PC의 4대의 PC에서 수행되며, 각 PC는 센서 시스템으로부터 데이터를 읽고 보여주는 모듈들을 포함한다. 모든 모듈들은 Master Time 생성 모듈이 보내준 마스터 시간을 기준으로 동기화하여 데이터를 저장하며 자신이 보유한 데이터의 키 데이터(key data)를 Master Time 생성 모듈로 전송한다. Master Time 생성 모듈은 각 모듈들의 키 데이터를 한 파일에 저장함으로써 후에 특정 시간에서 운전 상황을 종합적으로 분석하기 용이하게 한다.

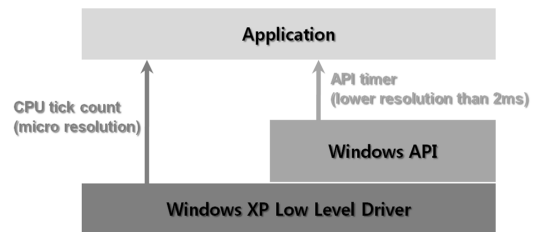
### 2. 소프트 동기화 매커니즘

모든 데이터를 동기화하기 위하여 Main Control PC의 Master Time 생성 모듈은 10ms 간격으로 마스터 시간을 생성하여 UDP<sup>1)</sup>와 직렬 포트(Serial Port)를 통해 브로드캐스팅(Broadcasting)한다. 일반적으로 Microsoft 윈도우 운영체제에서 가장 정확한 것으로 알려진 멀티미디어 타이머(Multimedia Timer)일 지라도 정확도에서 10ms 당 2ms 내외의 오차를 보인다(Peng, 2002).

따라서 본 연구에서는 정확도를 획기적으로 향상시키기 위하여, <그림 3>과 같이 마이크로의 해상도를 가진 CPU tick count 함수를 활용하여 <그림 4>와 같은 알고리즘으로 스레드를 통해 마스터 시간 생성 부분을 구현한다.



<그림 2> 차량 모니터링 시스템의 구성도



<그림 3> 윈도우 API 타이머와 CPU tick count

```

class MasterTimer
{
    LARGE_INTEGER start, stop, timeElapsed;
    double m_frequency, m_unit;

    //initialize timer
    void startTimer()
    {
        LARGE_INTEGER proc_freq;
        QueryPerformanceFrequency(&proc_freq);
        m_frequency=1.0 / (double)proc_freq.QuadPart;
        QueryPerformanceCounter(&start);
    }

    //get elapsed time
    double getElapsedTime()//get elapsed time
    {
        QueryPerformanceCounter(&stop);
        timeElapsed.QuadPart=stop.QuadPart-start.QuadPart;
        double elapsedS = (double) timeElapsed.QuadPart *
            m_frequency*m_unit;
        return elapsedS;
    };

    //generate and send master time to modules, and
    //save key data sent from modules
    void TimeGenerating()
    {
        nowTime = getElapsedTime();
        if (nowTime>=step-THRESHOLD)
        {
            Send nowTime;
            Save key data sent from modules;
            if(nowTime>=step+TIME_INTERVAL)
            {
                int temp=(int)nowTime;
                step=temp - (temp%TIME_INTERVAL)
                    +TIME_INTERVAL;
                times=step/TIME_INTERVAL;
            }
            else
            {
                step+=TIME_INTERVAL;
                times++;
            }
        }
    };
}
    
```

<그림 4> 마스터 시간 생성 알고리즘

### 3. Main Control PC

Main Control PC는 <그림 2>와 같이 Master Time 생성 모듈, CAN 모듈, 운전자 상태 모듈, GPS 모듈을 포함하며, <그림 5>와 같이 마스터 시간, 차량 CAN 데이터(RPM, 속도, 방향 지시등), 시선 데이터(프레임, 시선 위치), GPS 데이터(위도, 경도, 고도) 등을 보여 준다. 각 모듈들은 자신에게 연결된 센서로부터 데이터를 읽어서 Master Time 생성 모듈로부터 보

1) UDP는 IP를 사용하는 네트워크 내에서 컴퓨터들 간에 메시지를 교환하는 프로토콜이다.

내진 마스터 시간과 함께 저장함으로써 데이터를 동기화 한다.

Master Time 생성 모듈은 동기화 시간을 생성, 전송하는 것 이외에 각 모듈들로부터 온 키 데이터를 동일한 시간 주기로 저장하는 일을 한다. 이를 통하여 특정 시간에서 다양한 데이터의 상호 연관성을 쉽게 찾아 볼 수 있고 운전 상황을 분석하기 용이하다.

CAN 모듈은 차량 CAN 데이터로부터 차량 정보(속도 등)와 운전자의 활동(조향 제어, 가속 페달 등) 정보를 마스터 시간과 함께 저장하는 역할을 한다.

운전자 상태 모듈은 NTSC의 영상 데이터를 frame grabber를 통해 디지털 신호로 전환한 후 마스터 시간을 오버레이(Overlay)하여 320×240의 해상도에서 Huffuyv 코덱으로 압축하고 avi 파일 형태로 저장한다. 또한 동기화 시간에 맞추어 프레임 번호를 저장하는 데이터 파일을 따로 뒀으로써 후에 특정 시간에서의 장면을 찾기 쉽게 한다.

마지막으로, GPS 모듈은 PC USB 포트에 연결하는 장치를 활용하여 위도, 고도, 경도의 데이터를 마스터 시간과 함께 저장한다.

#### 4. Sub Control PC

Sub Control PC는 차량 주변 환경 모듈과 차선 검출 모듈을 포함하며, <그림 6>과 같은 사용자 인터페이스를 갖는다. 차량 주변 환경 모듈은 차량의 앞과 뒤, 양 측면을 4대의 아날로그 카메라를 사용하여 도로 환경과 운전 상황을 녹화한다. 영상의 처리 과정은 운전자 상태 모듈과 동일하며, TCP/IP를 통해 마스터 시간 주기마다 프레임 정보를 키 데이터로 Master Time 생성 모듈에게 보낸다. 차선 검출 모듈은 off-line 상에서 차량 주변 환경 모듈의 앞쪽 영상과 오른쪽 측면 영상을 이용하여 차량의 차선 위치와 각도를 계산한다.

#### 5. Driver Gaze Tracking PC

Driver Gaze Tracking PC에서는 시선 데이터 모듈이 수행된다. 시선 데이터 모듈은 운전자의 시선 정보를 검출하여 저장하는 모듈로 FaceLAB 4.6(seeing Machines, 2008)을 사용한다. FaceLAB은 <그림 7>과 같이 실험 차량의 대쉬보드(Dash Board) 위에 설치된 카메라 영상 정보로부터 운전자의 시선정보를 60 Hz

의 속도로 측정하여 저장하며 시선 정보를 UPD를 통해 Master Time 생성 모듈에게 전송함으로써 데이터를 동기화 한다.



<그림 5> Main Control PC의 화면



<그림 6> Sub Control PC의 화면



<그림 7> 시선 측정 장치

#### 6. Physiological Signal PC

운전자의 생체 데이터는 MEDAC System/3 (Neuro Dyne Medical Corp.)을 사용하여 측정되며, 심전도 (Electrocardiogram, ECG), 피부 전도도 (Skin Conductance)와 온도(Temperature)로 구성된다.

심전도를 이용하여 심박수(Heart Rate, HR)와 심박수 변화율(Heart Rate Variability, HRV)에 관계된

정보를 위해 모니터링한다. 피부 전도도 센서와 온도 센서는 손가락으로부터 피부의 전기적 활동(Electrodermal Activity)과 온도 변화를 측정한다. 운전자 생체 모듈은 시리얼 통신을 통하여 마스터 시간을 받아서 동기화한다.

### III. 데이터 분석

제한한 시스템에서 운전 부하 발생과 관련된 데이터 수집 결과를 분석하기 위해, 아래와 같이 실험을 수행하고 그 결과를 제시하고자 한다.

#### 1. 실험 방법

주 3회 이상 운전을 하며, 신체적, 정신적으로 건강한 20대 남자 9명을 선정하여 실험하였다. 또한, 기본적인 인지능력을 검사하기 위하여 MMSE(Mini Mental Status Exam)를 시행하였으며(Folstein, 1975), 30점 만점에 27점 이상을 획득한 사람을 피험자로 선정하였다.

실험절차는 주행 실험을 중심으로 주행 전 단계와 주행 후 단계로 구성하였다. 실험 전 단계는 서명 및 설명(Consent and Overview), 사전 설문(Survey), 장비 set-up으로 구성하였다.

실험 단계에서 운전 중에 인지 부하를 주는 Secondary Task로는 음성으로 제시된 숫자를 기억하여 대답하는 N-back task를 사용하였다(Son et al., 2010). 본 실험에서 N-back task는 3 단계의 난이도로 구성되며, 가장 낮은 난이도로 숫자를 듣고 바로 말하는 0-back, 중간 난이도로 한 숫자 전에 제시된 숫자를 기억하여 말하는 1-back, 그리고 가장 높은 난이도로 두 숫자 전에 제시된 숫자를 말하는 2-back을 이용하였다. 한 번의 실험에서 세 개의 난이도를 모두 수행하였는데, 각 난이도를 수행하는 순서는 무작위이며 각각 난이도마다 수행하는 시간은 2분이며, 한 단계가 끝나면 2분을 휴식하고 다음 단계를 수행하였다. 운전자에게 안전을 가장 우선 순위로 두고, N-back task보다는 운전전에 집중할 것을 요구하였다.

실험 주행 구간은 <그림 8>과 같이 중부내륙지선 달성 2 터널로부터 영산 IC 까지 약 38km의 편도 2차선 고속도로로 구성되었다. N-back task는 mp3 플레이어 차량 오디오에 연결하여 수행하였으며, 특정한 위치가 되면 시작하도록 하였다.

## 2. 실험 결과

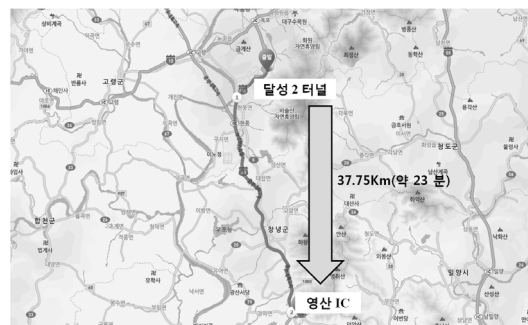
### 1) 운전 수행 능력

운전 수행 능력은 차량의 속도, 조향각(steering wheel angle)을 바탕으로 계산되었다. 특정 구간에서의 평균 속도를 종방향의 평가 지표로 선택하였고, 조향 반전 비율인 SRR(Steering Reversal Rate)을 횡방향의 평가 지표로 선택하였다. <그림 9>는 실험 구간에서 난이도에 따른 평균 속도를 그래프로 나타낸 것인데, AIDE의 보고서와 유사한 경향성을 보였다(Information Society Technologies, 2004).

횡방향 지표인 SRR 계산을 위해서는 먼저 일정 시간 동안 모아진 조향각 데이터를 2차 Butterworth-filter를 이용하여 Low-pass 필터링을 하였다. 필터링을 할 때 인지적 부주의를 측정하기 위해서 2 Hz의 cut-off 주파수를 사용하였다. 필터링된 데이터들에서 조향 반전 회수를 계산하여 SRR을 구하는데, 꺾이는 정도를 판단하는 임계치(Threshold)를 0.1도로 하였다(Information Society Technologies, 2004). <그림 10>은 실험 구간에서 난이도에 따른 SRR을 그래프로 나타낸 것인데, Information Society Technologies (2004)의 연구와 유사한 경향성을 보였다.

### 2) 생체 신호 변화

본 논문에서는 심전도로부터 IBI(단위: ms)를 계산하기 위하여 Librow (LibrowTM,Ukraine) 프로그램을 이용하였으며 IBI를 환산하여 분당 심박수를 계산하였다. <그림 11>은 실험 구간에서 난이도에 따른 평균 심박수를 그래프로 나타낸 것인데, Mehler et al.(2010)의 연구와 동일한 경향성을 보였다.



<그림 8> 실험 구간

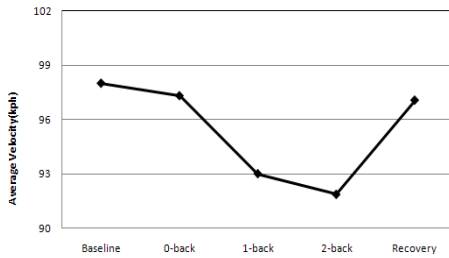
제한된 인지 부하에 따른 변화 속도가 늦는 것을 감안하여 해당 구간이 끝나기 30초 전부터의 값을 평균하여 계산하였다. <그림 12>는 실험 구간에서 난이도에 따른 평균 온도를 그래프로 나타낸 것이다.

### 3) 시선

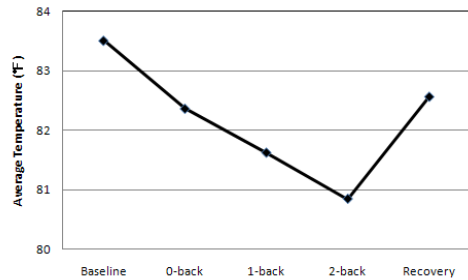
일반적으로 인지적 부주의를 겪게 될 때 시선의 집중화(Visual Tunneling) 현상이 나타난다(박운숙 et al., 2010). 본 논문에서는 운전자 시선의 집중화 정도를 보다 체계적으로 분석하기 위하여 횡방향 시선의 표준편차를 살펴보았다. <그림 13>은 실험 구간에서 난이도에 따른 횡방향 시선 분포를 그래프로 나타낸 것인데, Reimer(2009)의 연구와 유사한 경향성을 보였다.

### 3. 종합적 운전 상황 분석

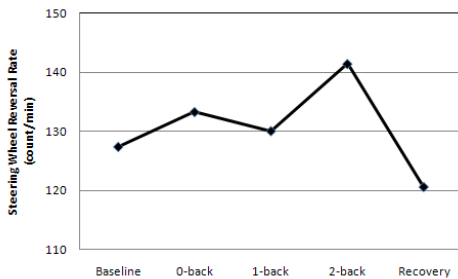
<그림 9>에서 <그림 13>은 인지 부하 실험의 결과들을 보여 준다. <그림 9>는 인지부하의 난이도에 따라 속도가 감소하는 현상을 보여준다. 그러나 특정 구간에서 속도가 감소했을 때 현상의 원인은 다양하게 해석될 수 있다. 내리막 구간, 커브길 구간, 장애물의 나타남, 인지 부하 등의 다양한 원인이 있을 수 있다. 예를 들어 구간별 속도차이에 관한 이유를 분석하려 할 때 실험에 나타난 결과들과 같이 운전 수행도의 SRR 데이터, 생체의 심박수와 온도 데이터, 시선의 횡방향 표준 편차 데이터, GPS와 영상 데이터 등을 동기화하여 해석함으로써 운전 상황을 종합적으로 고려하여 보다 높은 정확성을 가지고 운전 부주의를 추정할 수 있다.



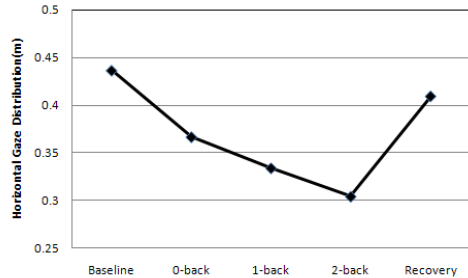
<그림 9> N-back task 난이도에 따른 평균 속도



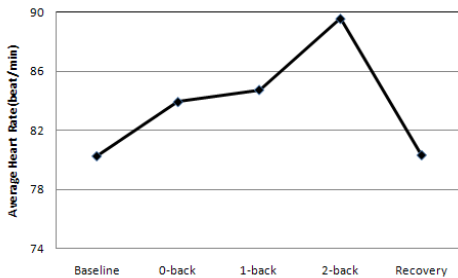
<그림 12> N-back task 난이도에 따른 온도



<그림 10> N-back task 난이도에 따른 SRR



<그림 13> N-back task 난이도에 따른 횡방향 시선 표준편차



<그림 11> N-back task 난이도에 따른 평균 HR

### IV. 결론

본 논문에서는 다중 정보를 활용하는 차량 모니터링 시스템의 구현을 보였다. 이는 일정한 시간 주기로 운전자, 차량, 도로 주변 환경과 같은 다양한 영역으로부터 데이터를 수집하는 실시간 차량 모니터링 시스템이다.

PC 기반에서 소프트 동기화 메커니즘으로 다중 정보를 동기화함으로써 High Speed CAN이 주는 정보 등과 같이 샘플링 속도가 높은 데이터들에서 누락되는 것이 없게 하였고 보다 짧은 주기로 변화하는 운전 상황을 파악할 수 있게 하였다. 따라서 사고 예방과 안전 운전의 한 요소인 운전자의 상태를 예측하기 위해서 운전 상황을 이해하고 분석할 수 있게 하는 통합적인 플랫폼(integrated platform)을 구현하였다.

또한 본 논문에서는 구현된 시스템으로 9명의 피험자에 인지 부하 실험 데이터를 운전 수행도, 생체, 시선이라는 다양한 영역에서 분석하였으며, 인지부하 이벤트가 발생한 시간에서 나온 데이터들의 결과가 기존의 연구와 유사한 경향성을 나타냄을 보였다. 이는 각각 측정하는 센서 모듈에서 나오는 데이터의 정확도를 보여 주며, 특정시간에서의 동기화된 데이터들을 통해 종합적으로 고려함으로써 운전자의 상태나 상황을 보다 정확하게 추정할 수 있음을 보여준다.

제안한 모니터링 시스템은 극단적인 상황에서는 아직 테스트하지 못한 한계점을 가지고 있으며, 인지 부하 판별의 정확도를 높이는 것과 같이 운전 상황을 정확하게 파악하기 위해서는 더 많은 측정 변수들이 찾아질 필요가 있다.

향후 연구 과제는 실시간 차선 인식이 가능하게 하여 차선 정보도 실시간 수집 가능하게 하는 것이며, 정확한 운전 상황을 추정하기 위해서 더 많은 실험을 통해 수집된 데이터들을 바탕으로 하여 운전자의 상태와 상황에 따른 가장 민감한 데이터들을 찾고 정량적인 척도를 찾는 것이다.

**참고문헌**

1. 김원철·Akimasa Fujiwara·이수범(2009), “운전자 단기기억 특성을 고려한 차내 교통안전정보의 효용함수 추정”, 대한교통학회지, 제27권 제4호, 대한교통학회, pp.127~135.
2. 박윤숙·박수완·이태영·손준우(2010), “인지부하 난이도가 운전자 시야각에 미치는 영향에 관한 모의주행 연구”, 대한인간공학회 2010 추계학술대회, 대한인간공학회, pp.180~183.
3. Brooks, C. A., Rakotonirainy, A., and Maire, F. D.(2005), “Reducing Driver Distraction through Software”, in Australasian Road Safety

Research Policing Education Conference.

4. Folstein, M.F., Folstein, S.E., and McHugh, P.R.(1975) “Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician”, Journal of Psychiatric Research, Vol.12, No.3, pp.189~198.
5. Healey, J. A. and Picard, R. W.(2000), SmartCar: Detecting Driver Stress. ICPR, 15th International Conference on Pattern Recognition, pp.4218~4221.
6. Information Society Technologies(2004), “AIDE”, pp.118~129.
7. Mehler, B., Reimer, B., and Coughlin, J.(2010), Physiological Reactivity to Graded Levels of Cognitive Workload across Three Age Groups: An On-Road Evaluation. Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, San Francisco.
8. National Police Agency(1998), “Statistics of road traffic accidents in Japan”.
9. Park, S. and Son, J.(2010), “Implementation of a Driver Aware Vehicle Using Multimodal Information,” 17th ITS World Congress, Korea.
10. Peng, J.T.(2002), Windows Hardware and Drivers Center. Guidelines For Providing Multimedia Timer Support.
11. Ramon, C., Clarion, A., Gehin, C., Petit, C., Collet, C., and Dittmar A.(2008), An integrated platform to assess drivers’s physiological and functional states. Proceedings of the 30th Annual International IEEE EMBS Conference.
12. Reimer, B.(2009), “Impact of Cognitive Task Complexity on Drivers’ Visual Tunneling”, Journal of the Transportation Research Board of the National Academies, Vol. 2138, pp.13~19.
13. Reimer, B., Coughlin, J. F., and Mehler, B. (2009), “Development of a Driver Aware Vehicle for Monitoring, Managing &

- Motivating Older Operator Behavior”, in Proceedings of the ITS-America.
14. ROTA(Road Traffic Authority)(2005), “Road traffic accidents in Korea”.
15. Seeing Machines(2008), FaceLAB4 User Manual, Canberra, Australia.
16. Son, J., Reimer, B., Mehler, B., and et al. (2010), “Age and cross-cultural comparison of drivers’ cognitive workload and performance in simulated urban driving”, International Journal of Automotive Technology, Vol. 11, No. 4, pp.533~539.

✿ 주 작 성 자 : 박수완  
 ✿ 교 신 저 자 : 손준우  
 ✿ 논문투고일 : 2011. 1. 31  
 ✿ 논문심사일 : 2011. 3. 31 (1차)  
                   2011. 4. 14 (2차)  
 ✿ 심사판정일 : 2011. 4. 14  
 ✿ 반론접수기한 : 2011. 10. 30  
 ✿ 3인 익명 심사필  
 ✿ 1인 abstract 교정필