

영상정합 기술을 활용한 터널관리시스템의 운영 효율성 제고를 위한 콘텐츠 연구

A Study on the Contents for Operation of Tunnel Management Systems Using a View Synthesis Technology

노창균, 박범진, 김지수
한국건설기술연구원

Chang-gyun Roh(rohcg@kict.re.kr), Bum-Jin Park(park_bumjin@kict.re.kr),
Jisoo Kim(js_kim0331@kict.re.kr)

요약

한국은 산지가 많은 지형적인 특징으로 터널이 많고, 지형적 특성 극복을 위해 터널의 길이도 점차 장대화되고 있는 중이다. 사고 감소를 위한 노력에도 불구하고 터널내 사고는 지속적으로 증가하고 있어 터널 관리시 현 터널관리 콘텐츠의 문제점 및 개선에 대한 필요성이 대두되고 있다.

터널관리시스템은 전통적으로 방재기능 중심으로 운영되고 있어 터널관리자들이 섬세한 교통류를 관리하기 위한 콘텐츠들은 대부분을 CCTV영상에 의존하는 경향이 크다. 이에 본 논문은 IPA 기법을 활용하여 현재의 터널관리시스템 콘텐츠를 조사하여, 중요도는 높으나 만족도는 상대적으로 낮은 중점개선 콘텐츠(돌발상황 관리 지원, 돌발상황 2차사고 관리 지원, 교통류의 모니터링)를 도출하였다. 또한 이들 콘텐츠의 만족도가 떨어지는 이유를 터널관리자를 대상으로 설문조사하여 직관적 이해가 떨어지는 CCTV영상을 원인으로 판단하였다.

도출된 문제점 극복을 위해 영상정합기술을 활용하여 개별 CCTV를 평면화하여 위에서 아래로 내려다 보이는 새로운 영상을 제공하기 위한 시스템을 개발하고, 이를 테스트하여 콘텐츠 개선 전략을 수립하였다. 신규 콘텐츠는 터널관리자를 대상으로 만족도 조사를 재시행 하였으며 5점 만점에 4.2점이 도출되었다. 이를 통해 신규 콘텐츠의 활용성을 확인하였으며, 장대터널의 증가 및 해저터널 건설 등이 추진되고 있는 현 시점에서 정책적 활용이 기대된다.

■ 중심어 : | 터널관리시스템 | 중요도 만족도 조사 | 중점개선 콘텐츠 | 영상정합기술 |

Abstract

In South Korea, there are a large number of tunnels because of the mountainous terrain, and to overcome this characteristics, lengths of tunnels are more longer than existing tunnels. The need to improvement current tunnel management contents is giving rise for accidents in tunnel section is continuously increased although lots of efforts to reduce the accidents.

Conventionally, disaster prevention have been focused on the Tunnel Management Systems, tunnel operators generally tend to depend on CCTV images for most contents of detailed traffic flow managing. In this paper, investigation about current Tunnel Management Systems contents using IPA survey was conducted, and Priority Improvement Contents(Accident Situation Management Support, 2nd Accident Management Support, Traffic Flow Monitoring), which importance are high, but satisfaction are low, are deducted. Also, CCTV images, lack intuitive understanding, are judged as a main cause of low satisfaction of those contents.

To overcome those limitations of the existing Tunnel Management Systems, this study sought to develop a technology for the synthesis of road images to derive traffic information from synthesis images, and the contents improvement strategy is established. Tunnel operators-oriented satisfaction survey on new contents was carried out, and scored 4.2 on a 5-point scale. This has confirmed that the availability of new contents and at this stage, with pushing ahead of long-tunnels and undersea tunnels construction, politic applications are expected.

■ keyword : | Tunnel Magement Systems | IPA | Concentrate Contents | View Synthesis Technology |

* 본 논문은 한국콘텐츠학회 ICC2015 국제 학술대회 우수논문입니다.

* 본 연구는 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원 교통물류연구사업(15TBIP-C094550-01, 객체인지 기반의 실시간 영상 감지기술 인증 및 성과활용 연구)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

접수일자 : 2016년 04월 06일

심사완료일 : 2016년 06월 03일

수정일자 : 2016년 05월 23일

교신저자 : 박범진, e-mail : park_bumjin@kict.re.kr

1. 서론

1. 배경 및 목적

우리나라에는 산지가 많은 지형적인 이유로 많은 터널을 건설하여 운영 중에 있다. 터널은 공사비가 많이 소요되는 반면, 환경훼손을 최소화하며 교통수단의 이동 효율성을 높일 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 이유로 도로터널은 2005년 이래로 매년 평균 10.0%씩 증가하여 2014년 현재 1,777개소에 1,293km가 운영되고 있다[1]. 또한 터널의 연장은 점차 길어지고 있는 추세다.

터널 중 연장이 1km 이상인 터널을 장대터널로 분류하고 있으며, 국토교통부[2]는 2014년부터 2020년까지 추가로 신설되는 장대터널의 안전한 관리를 위하여 48개소의 터널관리동을 신설할 것을 계획하고 있다. 실제로 3,997m의 사패산터널, 5,057m인 배후령터널 그리고 2017년 개통 예정인 10,000m 인제터널 등은 별도의 터널관리동을 소유했거나 소유하게 될 대표적인 장대터널이다. 장대터널의 터널관리동에는 터널방재·교통사고·교통정체 등을 관리하는 기능을 하는 터널관리시스템이 설치된다. 터널관리시스템은 터널에서 발생하는 교통사고, 화재 대응 등 다양한 돌발상황에 효율적으로 대응하기 위한 목적으로 구축하여 운영하고 있으나, 2012년 KBS[3]에서는 터널구간의 교통사고로 발생한 사상자수가 40% 이상 증가하는 등 터널구간의 교통사고가 꾸준히 증가되고 있음을 방증하였다. 계속하여 증가하는 터널 내 교통사고를 예방하는 것은 앞으로도 지속적인 건설이 예상되는 장대터널의 운영을 위하여 반드시 필요하다. 특히 터널 운영의 핵심수단인 터널관리시스템이 효율적으로 운영되고 있는지는 더욱 철저히 검토되어야 할 것이다.

터널관리시스템의 콘텐츠는 터널관리를 위한 항목으로, 대부분 터널 내부에 설치된 CCTV를 통해 수집되는 영상 기반으로 구성되어 있다. 터널관리시스템 관리자는 상기 영상기반 콘텐츠를 통해 방재관리, 교통안전관리 및 교통류 관리를 시행하고 있다. 박범진 등[1]은 현재의 터널관리시스템의 기능이 방재중심으로 구축되어 있고, 교통사고 예방을 위해서는 현재 터널관리자에게 제공되는 콘텐츠인 터널 CCTV 영상 정보의 고도화

및 성능 향상이 필요하다고 주장하였다. 이는 현재의 터널관리시스템의 콘텐츠만으로는 관리자가 효율적인 교통사고 예방 기능을 수행하기에 적합하지 않음을 시사한다. 즉 터널의 교통사고 예방기능을 확보하기 위해서는 터널의 관제기능을 향상시키는 새로운 기술을 활용한 터널관리콘텐츠가 필요함을 의미하는 것이다. 이에 본 논문은 현재 터널관리시스템 콘텐츠들의 문제점을 진단하고, 새로운 영상기술을 접목하여 운영 효율성, 특히 교통사고 예방을 제고할 수 있는 터널관리시스템의 신규 콘텐츠를 제시하였다.

2. 연구 방법론

본 연구에서 터널관리시스템 콘텐츠 발굴을 위하여 기존에 운영 중인 터널관리시스템의 콘텐츠들을 조사 정리하였다. 현재 적용중인 터널관리시스템 콘텐츠의 진단을 위해 터널관리시스템을 직접 운영 및 관리하는 터널관리사무소 소장 및 실무자를 대상으로 2014년 8월부터 9월까지 1달간 IPA (Important Preference Analysis, 이하 IPA) 분석을 시행하였다. 이를 통해 터널관리에 반드시 필요하고 중요한 콘텐츠이나 활용성 등 기능적 측면에서 한계가 있어 개선이 필요한 터널관리 콘텐츠항목을 도출하였다. 선정된 개선요구 콘텐츠의 문제점을 극복하기 위해 새롭게 연구 개발된 영상기술을 테스트하여 기존 콘텐츠들의 문제점을 극복하는 신규 터널관리시스템의 콘텐츠를 구성하였다. 신규 터널관리시스템 콘텐츠를 대상으로 기존 개선이 필요한 항목의 문제점을 극복할 수 있는지에 대해 터널관리자를 대상으로 재소사를 시행하여 그 효과를 알아보았다. [그림 1]은 연구방법과 순서를 개략적으로 표현한 본 연구의 흐름도이다.

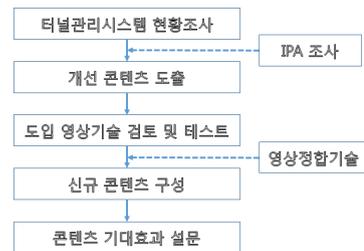


그림 1. 연구 흐름도

II. 현황 및 분석방법론

1. 국내 터널관리시스템 콘텐츠 현황

본 연구에서는 터널관리시스템을 운영하는 5개 터널 관리사무소를 직접 방문하여 콘텐츠를 조사하였다. [표 1]은 조사를 위해 방문한 터널의 현황이다. 방문한 터널은 모두 별도의 터널관리시스템 운영을 위한 관리자를 두고 있으며, 진천터널을 제외하고 모두 장대터널이다.

터널관리시스템은 특정 관리자가 활용하는 시스템적 특성으로 인하여 해당 시스템의 문제점 및 개선사항은 직접 활용하는 담당자가 가장 잘 인지하고 있다. 따라서 본 연구에서는 고속국도, 국도, 시도 및 지방도 등 국내에서 운영 중인 다양한 도로에 위치한 터널의 터널관리소 소장 및 부문별 책임자 25명을 대상으로 현 터널관리시스템 콘텐츠 현황 및 IPA 조사를 시행하였다.

표 1. 조사 터널의 일반 재원

시설명	길이(m)	높이(m)	준공년도
가덕해저터널	3,666	6	2010년
봉계터널	1,674	9	2010년
진천터널	475	7	1987년
죽령터널	4,600	7	2001년
사패산터널	3,997	9	2007년

표 2. 터널관리시스템 대표 콘텐츠와 시설

구분	대표콘텐츠	주요 구성 시설
A. 방재 관리	A1. 소화시설 관리 및 운용	소화기수, 옥내소화전 설비, 물분무설비 등
	A2. 경보시설 관리 및 운용	비상경보설비, 자동화탐지설비, 비상방송설비, 긴급전화 등
	A3. 피난대피 및 유도	비상조명등, 유도표지등, 피난대피시설 등
	A4. 소화활동	제연설비, 무선통신보조설비, 연결수관설비, 비상콘센트설비 등
	A5. 비상전원 유지	무정전전원설비, 비상발전설비 등
	A6. 방재모니터링	CCTV, IP카메라 등
B. 교통 안전 관리	B1. LCS, VMS운영	LCS(차선안내설비), VMS(도로전광표지판) 등
	B2. 돌발상황관리	돌발상황 자동감지 및 수동감지, 유관기관 자동 연락 시설 등
	B3. 돌발상황 2차사고 방지	돌발상황 견인, 사고상황정보제공, 상류부 차량속도 조절시설 등
	B4. 노면/안전표지 관리	주의표지, 규제표지, 지시표지, 보조표지 등
	B5. 도로안전시설 관리	시선유도시설, 조명시설, 차량번호 안전시설 등
	B6. 교통안전시설 모니터링	CCTV, IP카메라 등
C. 교통류 관리	C1. 교통정보수집	영상, 루프, 레이더, AVI 검지기 및 기타 제보·연계정보처리시설 등
	C2. 교통정보 수집장치 관리	차량검지기 유지관리 시설 등
	C3. 교통류 모니터링	CCTV, IP카메라 등
	C4. 단속	단속카메라 등

[표 2]는 조사시행 터널의 터널관리시스템에서 운영되는 대표적인 콘텐츠들을 조사한 결과이다. 터널관리시스템의 관리 콘텐츠들은 터널내의 화재관리와 관련된 장비운영을 위한 방재관리 콘텐츠, 터널을 이동하는 차량의 안전을 지원하는 교통안전관리 콘텐츠, 교통정보를 수집하여 차량 정체 등을 관리하는 교통류 관리 콘텐츠로 구분된다.

2. 문헌고찰

국내의 터널관리시스템을 규정하는 지침은 ‘도로터널 방재 시설 설치 및 관리지침[4]’ 및 ‘도로안전시설 설치 및 관리지침[5]’ 등이 있다. [4]는 터널을 방재 시설로 규정하고, 도로터널 방재 시설의 계획, 설계, 시공 및 관리 시 적용해야 할 최소한의 기술기준을 규정하고 있다. [5]는 터널구간의 특수성을 고려하여 각 주요 시설을 시선유도시설, 조명시설, 차량번호 안전시설, 기타 안전시설로 구분하여 각 시설의 설치 및 관리지침을 규정하고 있다. 터널에 관한 학술연구는 교통측면에서는 박주환[6]과 안병호[7]는 교통사고 발생 데이터를 활용하여 교통사고 예측모형을 만든 바가 있다. 또한 터널 시공 및 터널의 유지보수에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 하지만, 터널관리시스템을 분석하고 방향성을 제시하는 연구논문은 찾아보기 힘들었다.

3 분석방법론(IPA 조사분석)

본 연구에서는 터널관리시스템의 문제점을 도출하기 위해서 IPA 분석을 시행하였다. IPA 분석은 마케팅에 많이 이용하는 기법으로 측정된 성과요인과 우선순위를 상대적인 중요도와 만족도(선호도)를 비교하여 분석하는 기법이다.



그림 2. IPA 포트폴리오 차트 예시

표 3. IPA 조사지(일부)

평가요소	(낮음)←만족도→(높음)	(낮음)←중요도→(높음)
A1.소화시설 관리 및 운용	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
A2.경보시설 관리 및 운용	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
A3.피난대피 및 유도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

즉 동일한 요인에 중요도와 만족도를 [표 3]과 같이 5점척도로 설문하여 그 평균값을 [그림 2]와 같이 포토 폴리오 차트에 위치시킨다. [그림 3]의 ㉠영역은 소비자가 중요도와 만족도를 모두 높이 평가하여 새로운 상품 개발이 필요 없는 영역을 의미한다. 반면에 ㉡영역은 중요도는 높으나 소비자의 만족도가 낮은 것으로 상품의 시정을 요구하는 영역이다. IPA조사는 ㉡영역을 찾아 중요도는 높으나 만족도가 낮은 요소를 도출하여, 제한된 재원을 효율적으로 활용시 특정 항목의 재원 투입 근거로 사용한다. IPA 기법을 교통콘텐츠 선정에 사용한 연구는 다음과 같은 연구가 있다. 최기주 등[8]과 박범진 등[9]은 VMS(variable Message Sign, 도로전광 표지판)에서 제공하는 교통정보 콘텐츠의 개선안을 IPA분석을 통하여 도출하였다. Huang 등[10]은 IPA 분석으로 대만의 국도 교통정보서비스를 분석하였다.

4. 콘텐츠 개선을 위한 방법(영상정합기술)

터널과 같이 비슷한 영상이 연속적으로 반복되는 개별 영상은 해당부분의 위치를 직관적으로 인식하기 쉽

지 않다. 특히 사패산 터널과 같은 장대터널은 터널에 설치된 CCTV의 개수가 100개를 초과한다. 100개 이상의 CCTV 영상은 터널의 특징 상 거의 비슷한 영상을 항상 제공한다.

이러한 영상에서 이동하는 차량이 어느 곳에 있는지 인지하는 것은 쉽지 않다. 숙련된 터널관리자의 경우도 자주 혼동하는 것으로 조사되었다. [그림 3]은 실제 터널관리시스템에서 지원되는 CCTV 영상이다. 실제로 CCTV에서 비춰지는 영상의 실제 위치를 직관적으로 인지하는 것은 쉽지 않을 것으로 판단된다.

이와 같은 터널관리사무소의 영상콘텐츠의 문제점 및 IPA 조사결과 도출된 현 콘텐츠의 한계를 극복하기 위해 적용하고자 개별 영상을 합치는 기술(영상정합기술, View Synthesis Technology)을 적용하였다. [그림 4]는 사진 27장을 정합한 결과이다. 대체적으로 사진이나 영상을 정합할 경우, 해당지점의 위치와 특징을 직관적으로 이해하기 용이하다.



그림 3. 실제 터널관제 영상



그림 4. 사진 27장을 정합한 결과[12]

III. 분석결과 및 신규 콘텐츠 활용방안

1. 터널관리시스템 콘텐츠 진단 결과

1.1 IPA 분석 결과

본 연구에서는 앞선 [표 2]와 같이 도출된 터널관리시스템 콘텐츠를 대상으로 IPA 분석을 시행하였다. 분석은 터널관리시스템을 운영하는 터널관리자 25인을 대상으로 2015년 8월에서 9월까지 진행하였다. 설문은 콘텐츠에 대한 우선 최상위요소로 방재 관리, 교통안전 관리, 교통류 관리의 중요도와 만족도(선호도)를 5점 척도로 시행하였다. 다음으로 방재관리의 하위요소 6개 콘텐츠, 교통안전 관리의 하위요소 6개 콘텐츠, 교통류 관리의 하위요소 4개 콘텐츠의 중요도와 만족도를 조사하였다. 분석결과는 [그림 5]와 같다. [그림 5]의 중점 개선필요영역(이하, A영역)에는 교통안전 관리 영역의 2개(돌발상황 관리지원(B2), 돌발상황 2차사고 관리지원(B3))콘텐츠와 교통류 관리 영역의 1개(교통류 모니터링 관리지원(C3)) 콘텐츠가 중점개선 영역으로 분석되었다. 이는 상기 3개 콘텐츠는 터널관리자가 터널관리에 매우 중요도가 높은 반면, 지원되는 콘텐츠의 질은 다소 만족하지 않음을 의미한다. 선정된 3개 콘텐츠

는 모두 영상관제와 관련된 콘텐츠로 현재 터널관리시스템에서 터널관리자에게 제공하는 영상콘텐츠(CCTV 영상)의 품질을 향상시킬 필요성이 있는 것으로 판단된다.

1.2 시사점

본 연구의 목적달성을 위해 터널관리시스템의 현황과 문헌을 고찰해본 결과는 다음과 같다. 터널관리시스템은 90년대 IT기술의 발전과 시기를 같이하여 발전되어왔으나, 지금까지 많은 연구가 이루어지지 않았으며 터널사고의 예방보다는 사후관리에 초점을 맞춰서 구축된 것으로 판단된다. 터널 내 방재, 교통안전, 교통류 관리 측면의 종합적인 시스템이기 보다는 방재와 안전한 차량 이동을 위한 시설물 측면이 많이 부각되어 구축되어진 것으로 판단된다. 따라서 터널관리자에게 전달되는 정보콘텐츠도 단순한 영상정보와 사고 후 대응요령에 집중되어 있다. 현재 제공 중인 터널관리 콘텐츠 중 돌발상황 관리지원(B2), 돌발상황 2차사고 관리지원(B3), 교통류 모니터링 관리지원(C3) 콘텐츠는 이를 사용하는 관리자의 다양한 요구에 부응하기 어려운 것으로 판단된다. 특히 중점개선항목으로 선정된 콘텐츠들은 영상을 기반으로 하는 정보로 현재 터널에서 영

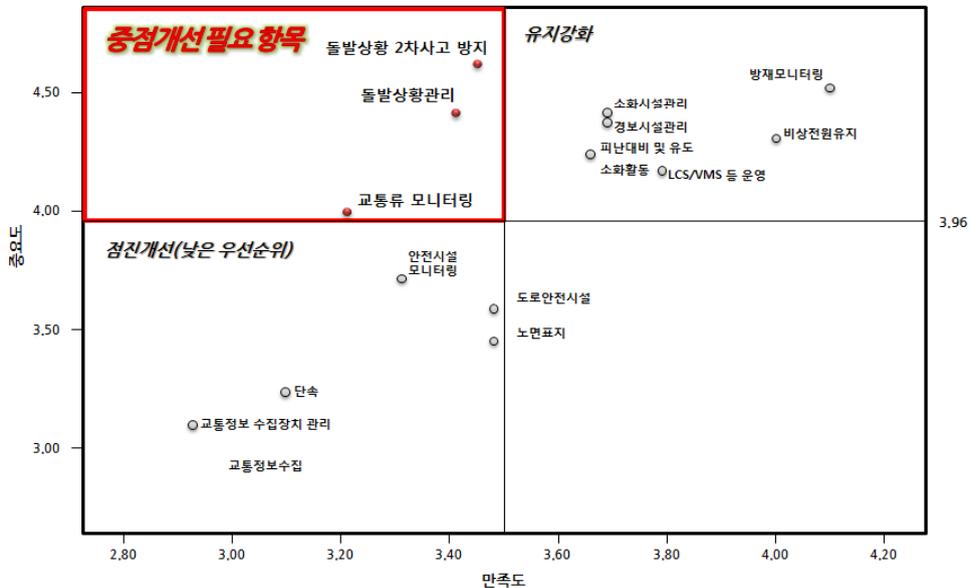


그림 5. 터널관리시스템 콘텐츠 IPA 결과

상을 제공하는 기능을 담당하는 CCTV의 기능 향상이 필요할 것으로 보여진다. 즉 수동적으로 보여만 주는 CCTV 보다는 사고나 교통상황을 능동적으로 판단하고 사고 상황을 미리 예측하거나 사고 상황을 정확하게 알 수 있는 영상콘텐츠의 지원이 절실하다.

2. 신규 콘텐츠의 활용방안

2.1 개선 영역 관련 콘텐츠

본 논문에서는 IPA를 통해 도출된 보완이 필요한 콘텐츠를 개선하기 위한 방법으로 영상기반 기술을 활용한 방법으로 제시하였다. 터널의 영상은 CCTV를 기반으로 한다. 하지만 터널의 CCTV는 관리자들의 영상 모니터링은 유고시 사고발생 위치와 유고 원인 등을 조속히 파악하기에 어렵다.

[그림 6]은 한국건설기술연구원에서 진행한 설문[11] 결과이다. 실제 터널 관리자들의 터널사고의 발생 시 상황의 발생위치를 조속히 판단하는데 어려움을 겪고 있음을 보여준다. IPA 분석결과로 도출된 3개 콘텐츠(돌발상황 관리지원(B2), 돌발상황 2차사고 관리지원(B3), 교통류 모니터링 관리지원(C3))들은 상황의 발생 위치를 확인하는 영상과 관련된 것들이다.

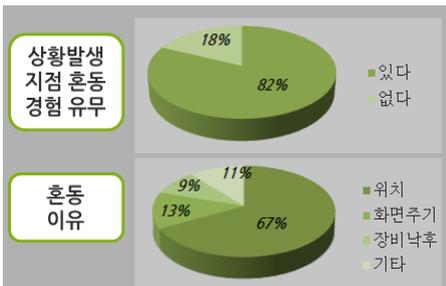


그림 6. 터널관리시스템 상황판현황과 설문결과

이에 본 논문은 새로운 CCTV영상 기술을 활용한 콘텐츠 개선방안을 찾고자하였고, 돌발 상황관리와 교통류 모니터링을 지원하기 위해서는 영상을 정합하는 기술을 활용하는 것이 가장 적합하다고 판단하였다.

2.2 영상정합기술의 터널관리시스템 활용방안

본 논문에서는 IPA분석에 의해 중점개선항목으로 도출된 3개의 콘텐츠의 활용성을 높이기 위해서 개별 CCTV 영상을 정합하여 제공하는 방안을 고안하였다. 영상의 정합은 [그림 7]과 같이 개별영상에서 특징점(Point of Interest, POI)을 찾은 후, POI 점들을 경계로 화면을 평면(plane)으로 변환한 후, Image Rectification(화면 교정) 기법을 활용하여 왜곡된 화면을 교정한다. 그 후 색깔 등을 주변 화면들과 비슷하게 바꾸어주는 작업(Color Blending)을 수행한 후, 평면영상을 합성하게 된다. [그림 7]의 오른쪽 그림이 상기 영상정합 방안에 의해 도출된 영상의 예이다.

영상정합이 완료된 영상의 품질은 사용한 CCTV의 사양, CCTV의 설치 높이, CCTV의 촬영 각도에 따라 결정된다. 국내 터널의 높이가 10m 내외임을 고려할 때 품질결정 요소는 CCTV의 사양과 CCTV의 설치 각도로 판단된다. [그림 8]은 1.3메가픽셀급 카메라를 사용하여 8m 높이에서 70도의 각도로 촬영한 개별 영상([그림 8]의 상단)을 정합한 결과([그림 8]의 하단)이다. 그림에서와 같이 터널관리자의 위치판단을 위한 정합영상과 함께 상황판단을 지원하기 위한 정합영상 구간의 교통량, 속도 등을 함께 제공하며, 정합된 영상에서의 낙하물 등의 돌발상황 원인 분석도 지원이 가능하다. 테스트 영상은 IPA분석결과로 도출된 3개의 중점 개선 콘텐츠의 개선 효과가 클 것으로 기대된다.

3. 신규 콘텐츠의 기대효과 진단

본 연구에서는 IPA 분석결과로 도출된 3개 콘텐츠(돌발상황 관리지원(B2), 돌발상황 2차사고 관리지원(B3), 교통류 모니터링 관리지원(C3))의 기능 개선을 영상정합기술을 이용하여 구현하고자 하였다. 터널관리자에게 실질적으로 도움이 될 수 있는 직관적인 모니터링이 가능한 상황판을 [그림 9]와 같이 구성하였다.



그림 7. 영상정합 순서



그림 8. 영상정합 테스트 결과 및 지원 콘텐츠



그림 9. 영상정합 기술을 활용한 터널관리시스템 상황판의 콘텐츠 구성(안)

[그림 9]는 영상 정합 기술을 활용하여 돌발상황 관리와 직관적인 교통류 관리가 가능한 터널관리시스템 상황판의 콘텐츠 구성(안)으로, 그림의 왼쪽과 오른쪽의 개별영상은 돌발상황을 감지하고 원인을 찾을 수 있도록 관리자에게 영상을 지원하며, 교통류의 모니터링은 그림 중앙의 하단에서와 같이 개별영상을 정합하여 평면의 형태로 지원하게 된다. 따라서 차량의 위치와 교통류의 흐름을 한 번에 인지할 수 있도록 지원한다. 또한, 정합된 영상은 애니메이션 형태로 교통량, 속도, 밀도 등의 교통관리에 필요한 교통변수를 제공하게 된다.

[그림 9]의 상황판 구성(안)을 터널관리자에게 설명한 후, 영상 정합 기술이 도입되었을 때 가장 효과 높은 콘텐츠에 대해 설문을 시행하였으며, 그 결과는 [표 4]와 같다. 본 논문의 IPA 결과에서 선정된 3개의 콘텐츠들 중에 돌발상황 관리지원(B2), 교통류 모니터링 관리지원(C3)이 동일한 점수로 1순위를 차지하였다. 또한 돌발상황 2차사고 관리지원(B3)도 5순위로 도입 후 효과가 높은 것으로 조사되었다. 그 결과 4점 만점을 기준으로 조사한 콘텐츠별 개선점수가 4.2점으로, 신규 콘텐츠의 터널관리사무소 적용시 운영 효율성을 증대 시키는데 기여할 수 있다고 판단하였다.

표 4. 터널관리시스템 대표 콘텐츠 도입시 개선 효과

구분	대표콘텐츠	개선점수 (5점만점)	순위
A. 방재 관리	A1.소화시설 관리 및 운용	3.29	13등
	A2.경보시설 관리 및 운용	3.53	10등
	A3.피난대피 및 유도	4.06	6등
	A4.소화활동	3.65	8등
	A5.비상전원 유지	2.94	16등
	A6.방재모니터링	4.29	3등
B. 교통안전관리	B1.LCS, VMS운영	3.94	7등
	B2.돌발상황관리	4.35	1등
	B3.돌발상황2차사고 방지	4.18	5등
	B4.노면/안전표지 관리	3.12	14등
	B5.도로안전시설 관리	3.59	9등
	B6.교통안전시설모니터링	4.29	3등
C. 교통류 리	C1.교통정보수집	3.41	11등
	C2.교통정보수집장치 관리	3.12	14등
	C3.교통류 모니터링	4.35	1등
	C4.단속	3.38	12등

IV. 결론

본 연구에서는 현 터널관리시스템에서 활용중인 콘텐츠 진단을 위해 터널관리시스템 관리자 25명을 대상으로 IPA 조사를 시행하였으며, 그 결과 돌발상황관리, 교통류 모니터링, 돌발상황 2차사고관리 등 현 터널관리시스템 콘텐츠 중 개선이 시급한 항목을 도출하였다. 도출된 콘텐츠는 CCTV 영상을 기반으로 제공되는 콘텐츠라는 공통적인 특징이 있으며, CCTV 영상을 통해 수집된 영상의 촬영 위치가 정확히 어느 지점인지 알기 어렵기 때문에 개선이 필요한 항목이다.

본 연구에서는 이를 극복하기 위해 다중영상정합기술을 이용하여 복수대의 CCTV영상을 단일영상으로 정합하여 제공하는 영상콘텐츠를 제시하였으며, 단순 영상콘텐츠의 제공뿐만 아니라 돌발영상의 제공, 교통소통상태정보 등 터널 내부의 상황을 직관적으로 판단할 수 있는 콘텐츠를 추가로 구성하였다. 신규 콘텐츠에 대한 만족도를 터널관리시스템 관리자를 대상으로 제조사를 시행한 결과 현 터널관리시스템의 개선이 필요하다고 도출된 항목을 중심으로 보완이 가능하다는 결과를 도출하였다.

지속적인 교통사고 감소를 위한 노력에도 불구하고 터널 내 발생 사고는 지속적으로 증가하고 있으며, 터널의 특성에 따라 사고발생시 그 피해는 일반도로에서 발생한 사고보다 더욱 크다. 뿐만 아니라 가덕해저터널 이외에도 서울-제주 고속철도 건설계획 등 모니터링이 반드시 수반되어야 하는 해저터널의 건설이 계획되고 있으며, 지속적인 증가 추세에 있는 장대터널에 따라 기존 방법이 아닌 새로운 터널관리방안이 필요한 시점이라 사료된다. 이와 같은 관점에서 터널 내부의 관리 목적으로 활용중인 콘텐츠의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 신규 콘텐츠의 적용은 현장의 의지, 정책결정자의 노력 등이 동반되어야 하는 사항으로 판단되나, 장대터널 및 해저터널은 본 연구에서 제시한 영상정합 기술을 이용한 신규 콘텐츠의 활용성이 더욱 높을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 박범진, 노창균, 문병섭 "터널관리시스템의 안전 운영 적정성 분석," 한국ITS학회논문지, 제14권, 제5호, pp.01-12, 2015.
- [2] 국토해양부, 터널사고 치명도를 2017년 까지 30% 를 경감할 예정이다, 국토해양부 보도자료, 2013.7.19.
- [3] KBS, 터널 사고 더 위험해! 2차사고 특히 심각함, KBS9시 뉴스, 2012. 5. 28.
- [4] 국토교통부, 도로터널 방재 시설 설치 및 관리지침(제100호), 2009
- [5] 국토교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(제69호), 2014
- [6] 박주환, 고속도로 터널구간 교통사고예측모형 개발, 전남대학교 도시계획학, 석사학위논문, 2012(2).
- [7] 안병호, 고속도로 장대터널 교통사고 특성 분석에 관한 연구, 전남대학교, 공학석사학위논문, 2014(2).
- [8] 최기주, 최윤희, 오승훈, "IPA를 이용한 VMS 서비스 평가와 정보제공 개선전략," 대한토목학회 논문지, 제26권, 제5D호, pp.747-754, 2006.
- [9] 박범진, 문병섭, "IPA분석을 통한 VMS 제공 교통정보 콘텐츠 개선방안," 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제10호, pp.457-466, 2011.
- [10] Y. C. Huang, C. H. Wu, and C. J. H. Jovan, "Using Importance-Performance Analysis in Evaluating Taiwan Medium and Long Distance National Highway Passenger Transportation Service Quality," Journal of American Academy of Business, Vol.8, No.2, pp.98-104, 2000.
- [11] 한국건설기술연구원, 차세대 도로교통정보 고도화 기술개발 사업, 주요사업 5차년도 보고서, 2015.
- [12] http://www.cs.bath.ac.uk/brown/autostitch/auto_stitch.html

저 자 소 개

노 창 균(Chang-gyun Roh)

정회원



도시공학 석사

<관심분야> : 교통정보콘텐츠, 교통안전

- 2014년 5월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로연구소 박사후연구원
- 2012년 2월 : 연세대학교 대학원 도시공학 박사
- 2008년 8월 : 연세대학교 대학원

박 범 진(Bum-Jin Park)

정회원



도시공학 석사

<관심분야> : 영상콘텐츠, 교통정보콘텐츠

- 2003년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로연구소 수석연구원
- 2010년 2월 : 연세대학교 대학원 도시공학 박사
- 2003년 2월 : 연세대학교 대학원

김 지 수(Jisoo Kim)

정회원



<관심분야> : 교통정보콘텐츠, 교통안전

- 2013년 6월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로연구소 연구원
- 2007년 2월 : 연세대학교 대학원 도시공학 석사
- 2005년 2월 : 연세대학교 도시공학 학사