

## 저해상도 하수관로 CCTV조사 영상의 문자인식

김병철<sup>1</sup>, 최창호<sup>2</sup>, 손병직<sup>3\*</sup>

# Character Recognition of Low Resolution CCTV Images of Sewer Inspection

Byeong-Cheol Kim<sup>1</sup>, Chang-Ho Choi<sup>2</sup>, Byung-Jik Son<sup>3\*</sup>

**Abstract:** Recent frequent occurrence of urban sinkhole serves as a momentum of the periodic inspection of sewer pipelines. Sewer inspection using a CCTV device needs a lot of time and efforts. Many of previous studies which reduce the laborious tasks are mainly interested in the developments of image processing S/W and inspection H/W. However there has been no attempt to find meaningful information from the existing CCTV images stored by the sewer maintenance manager. This study adopts a cross-correlation based image processing method and extracts location data of sewer inspection device from CCTV images. As a result of the analysis of time-location relation, it shows strong correlation between the device's stand times and the sewer damages. In case of using this method to investigate sewer inspection CCTV images, it will save the investigator's efforts and improve the sewer maintenance efficiency and reliability.

**Keywords:** Image processing, Character recognition, Low resolution, Sewer, CCTV

## 1. 서 론

근래에 이슈가 되고 있는 국내의 도심지 지반함몰은 7~80 년대에 집중적으로 건설된 하수관로의 노후화로 주변 토사가 유실되어 발생하는 경우가 많다. 국내의 경우 지반침하를 예방하기 위한 목적으로 전국 980개 지자체의 20년 이상 노후 하수관 12,000 km에 대한 일제 정밀조사를 실시하고 있다. 이전의 하수관로 유지관리는 통수능력, 수질향상 및 악취 저감을 위한 준설 및 청소 등의 기능적, 사용적 측면만 강조되어 왔으나 지반함몰 예방을 위한 안전성 개념의 유지관리가 시작되었다.

하수관로 구조물의 조사방법은 송연조사, 육안조사, CCTV 조사가 있으나 송연조사는 내부 구조물의 상태를 명확하게 파악하기 어려우며, 육안조사는 1 m 미만 하수관의 경우 조사자의 안전 때문에 권장하지 않으므로 CCTV조사를 많이 활용하고 있다. 지금까지는 주로 준설 및 개·보수 대상의 하수관에만 국한하여 조사를 진행하였으나 앞으로는 준설을 하지 않는 경우에도 지반함몰 예방을 위하여 CCTV조사 수요는 더욱 많

아질 것으로 예상된다. 그러나 현재의 CCTV조사 업무처리 과정은 현장에서 촬영된 영상을 검사자가 동영상을 재생하며 보고서를 작성하기 때문에 상당한 시간이 소요되며 객관성 및 신뢰도가 낮아질 수 있고, 또한 보고서의 내용을 관리자가 확인 및 검증하기 위해서는 수백 건 이상의 동영상을 재생해야 하므로 접근성이 떨어지는 문제가 있다.

하수관로 CCTV조사의 이러한 문제를 보완하기 위해 자동으로 영상을 분석할 수 있는 이미지프로세싱 기법의 도입이나 장치의 개발에 관한 연구들이 진행되어 왔다. Xu et al. (1998)은 환형 레이저포인터가 부착된 탐사장치를 이용하여 이미지 분석을 통해 하수관의 변형을 측정하였다. McKim and Sinha(1999)은 기본적인 이미지프로세싱 기법들을 이용하여 하수관 내 균열의 정보를 추출하였고, Moselhi and Shehab-Eldeen (1999)은 더하여 인공신경망 방법을 적용하였다. 이후 머신러닝을 적용한 발전된 이미지프로세싱(Yang and Su, 2008) 등의 연구가 진행되었지만, 하수관로와 같이 어둡고 장애물이 많은 환경에서 이동하면서 촬영하는 영상의 품질은 매우 낮을 수 밖에 없기 때문에 실제로 개발된 이미지프로세싱 기법을 적용하기에는 한계가 있다. 결국 자동화를 위해서는 좋은 품질의 영상을 얻는 방법이 최선이므로 Yang et al.(2011)은 하수관로 촬영 영상의 품질평가방법을 제안하기도 하였다. S/W적 연구 이외에 H/W적인 연구도 다수 진행되었다. 관절형 로봇(Ilge et al., 1997), 초음파 송수신기(Duran et al., 2002), 스테레오카메라(Ahrary et al., 2005) 및 어안렌즈(Esquivel et

<sup>1</sup>정회원, 한국건설기술연구원 구조융합연구소 전임연구원

<sup>2</sup>정회원, 한국건설기술연구원 지반연구소 연구위원

<sup>3</sup>정회원, 건양대학교 해외건설플랜트학과 교수, 교신저자

\*Corresponding author: strustar@konyang.ac.kr

Konyang University International Civil & Plant Engineering

•본 논문에 대한 토의를 2016년 10월 1일까지 학회로 보내주시면 2016년 11월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

al., 2009; Song and Hwang, 2013) 등의 장치들이 개발되어 있으나 경제성이 낮은 이유로 국내의 하수관로 조사에 도입되지 않고 있다.

기존의 연구는 새로운 영상을 촬영하거나 장치를 개발하는데 집중하였으나 실제로 국내 구청 단위 행정구역에서는 자체조사 및 용역 등을 이용하여 관할구역 내에 다수의 하수관로 CCTV조사 영상을 보관하고 있다. 하수관로의 매설시기 조차 제대로 DB화 되어있지 않은 국내환경에서 기존의 수년간의 조사 영상으로부터 의미 있는 데이터를 자동으로 추출할 수 있다면 대상 하수관로의 유지관리 우선순위를 결정하는데 활용될 수 있을 것이다. 국내의 경우 기본적으로 하수관 촬영 영상에 촬영시각과 탐사장치의 진행거리의 정보가 기록되어 있으므로 이를 자동으로 DB화 할 수 있는 이미지프로세싱 기법을 도입하고 조사영상을 분석하였다.

하수관로 탐사장치는 200만 화소 이상의 고해상도 디지털 카메라를 이용한 제품이 개발되어 있으나 조사업체의 영세성 때문에 41만 화소 이하의 장치가 아직도 많이 사용되고 있다. 본 연구는 하수관로 탐사자료의 객관성과 접근성을 높이기 위해 저해상도 영상에서 문자를 인식할 수 있는 상호상관기법을 적용(Kim et al., 2015)하여 자막 문자 인식률을 분석하였고 추출된 결과를 이용하여 하수관로 탐사장치의 주행거리와 시간의 관계를 분석하였다. 하수관로 CCTV조사는 검사자가 일일이 육안으로 확인하면서 장치를 조작하기 때문에 균열이나 파손 등의 손상이 있는 위치에서 잠시 멈춘 후 손상을 관찰하고 촬영을 계속하는 것이 일반적이므로 장치의 진입거리와 시간의 관계를 가시화하는 것만으로 손상의 위치를 추정할 수 있음을 확인하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 하수관로 CCTV조사 영상

분석대상 하수관로 CCTV조사 영상을 Fig. 1에 나타내었다. 영상의 해상도는 240×320으로 매우 낮으며 동영상 파일 정보는 Table 1과 같다. 영상에 나타난 자막은 조사일자, 조사시간, 진입거리, 맨홀번호, 관경, 관중, 오·우수 구분 및 관할지역명 등의 정보를 기록하고 있다. 하수관로 CCTV조사 영상은 검사자가 일일이 육안으로 확인하면서 촬영하기 때문에 균열이 검출된 위치에서 잠시 멈춘 후 균열을 관찰하고 촬영을 계속하게 된다. 이때, 영상이 멈춘 위치를 파악하게 되면 자막의 진입거리를 인식하는 것만으로 손상의 위치를 개략적으로 추측할 수 있다. Fig. 2는 자막 중에서 추출 대상 문자를 확대한 것이다. 해상도가 10만 화소 이하로 매우 낮기 때문에 확대할수록 식별이 어렵다. 또한, 문자식별은 배경색이 일정



Fig. 1 Sewer CCTV Image

Table 1 The information of sewer video

Duration(sec)	407.73
Bits Per Pixel	24
Frame Rate(fps)	30.0
Video Format	RGB24
Height	240
Width	320

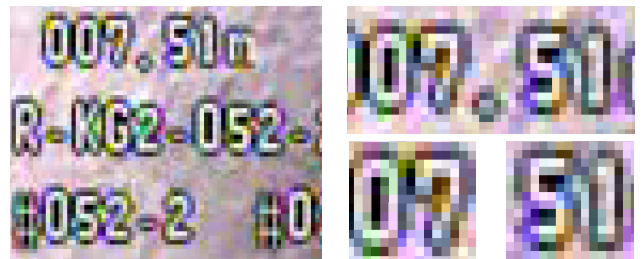


Fig. 2 Enlarged image

하면 쉽게 식별할 수 있으나, 하수관로의 영상은 배경이 일정하지 않아 문자식별이 어렵다. 동영상의 자막을 문자로 추출하기 위하여 상호상관 기법을 적용하였다.

### 2.2 디지털 영상처리처리

본 연구에서 디지털 영상처리는 Matlab의 Image Processing Toolbox를 이용하여 수행하였다(MathWorks, 2015). 하수관로 CCTV조사 영상의 해상도가 낮고 배경색이 일정하지 않아 문자를 식별하기가 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 영상에 나타난 숫자를 Table 2와 같이 추출하여 이것을 토대로 상호상관기법을 이용하여 문자를 식별하였다. 육안으로 구별하기 어려운 문자를 상호상관기법을 이용하면 두 비교영상 사이의 차이를 알 수 있으며, 이로부터 문자를 식별할 수 있다.

**Table 2** The information of sewer video

Character 1		Character 6	
Character 2		Character 7	
Character 3		Character 8	
Character 4		Character 9	
Character 5		Character 0	

상호상관계수  $r$ 은 식 (1)과 같으며,  $-1$ 에서  $1$ 사이의 값을 갖는다. 절대값  $1$ 에 가까울수록 닮은 정도가 강하다는 것을 의미한다(Lewis, 1995).

$$r(u,v) = \frac{\sum_{xy} [f(x,y) - \bar{f}_{u,v}] [t(x-u,y-v) - \bar{t}]}{\left\{ \sum_{xy} [f(x,y) - \bar{f}_{u,v}]^2 \sum_{xy} [t(x-u,y-v) - \bar{t}]^2 \right\}^{0.5}} \quad (1)$$

여기서,  $f$ 는 원 영상의 서브 영상이고,  $t$ 는 비교영상이다.

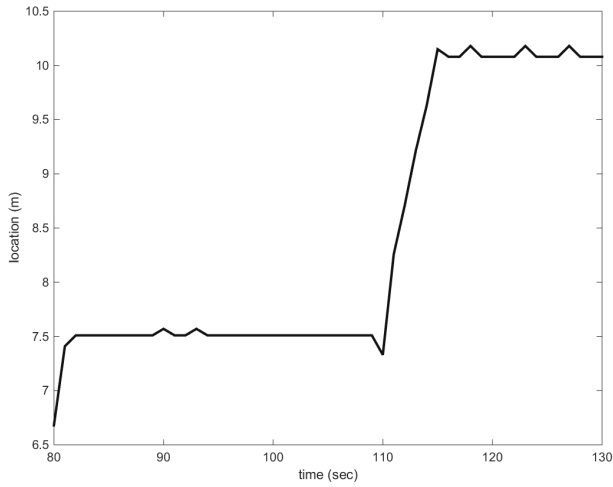
또한,  $\bar{f}$ 와  $\bar{t}$ 는  $f$ 와  $t$ 의 평균을 의미한다. 식 (1)을 정규화 된 상호상관(Normalized Cross Correlation, NCC)계수라고 한다.

상호상관기법은 원영상과 비교영상의 유사도 및 최대 유사도를 나타내는 좌표를 판별할 수 있다. 하수관로 CCTV조사 영상을  $f$ , Table 2와 같이 숫자를 나타내는 자막의 분할영상을  $t$ 로 두는 경우, 상호상관계수  $r(u,v)$ 은 좌표  $(u,v)$ 에 따른 2차원의 그래프로 표현할 수 있으며 최댓값을 갖는 지점이 분할 영상  $t$ 에 대응하는 숫자를 나타내는 부분이다. 상호상관계수를 모든 좌표에 대하여 산정하는 경우 자막의 정확한 위치를 찾을 수 있으나 연산에 많은 시간이 소요되므로 본 연구는 자막이 위치한 좌표를 미리 설정하고 비교영상  $t$ 를 Table 2의 각 문자에 대응하는 이미지로 치환하며 상호상관계수를 비교하여 최댓값을 나타내는 문자를 선택하는 방법으로 영상에서 문자를 추출하였다.

해상도가 낮고 배경에 의한 자막의 간섭이 심한 저해상도 하수관로 CCTV조사 영상의 경우 형태가 유사한 문자에 대해서 상호상관함수의 최댓값으로 구분하지 못하는 경우가 발생한다. 이 경우 인식률을 높이기 위해 추출할 문자에 대응하는 비교 영상의 샘플을 추가하는 방법으로 문자 인식률을 개선할 수 있다.

**Table 3** NCC coefficients between original and corresponding images before the addition of comparison images

Time(sec)	First number	Second number	Third number	Fourth number	Fifth number	Location(m)
110	0.99	0.97	0.93	1	0.98	7.33
111	0.98	0.98	<b>0.87</b>	<b>0.89</b>	0.97	8.26
112	0.99	0.97	0.91	0.93	<b>0.79</b>	<b>8.71</b>
113	0.98	0.97	0.97	<b>0.85</b>	<b>0.75</b>	<b>9.21</b>
114	0.99	0.98	0.97	0.99	0.98	9.63
115	0.98	0.95	0.91	<b>0.76</b>	0.97	<b>10.15</b>
116	0.99	0.95	0.94	<b>0.77</b>	0.99	10.08
117	0.98	0.96	0.93	<b>0.79</b>	0.98	10.08
118	0.99	0.96	0.9	<b>0.77</b>	0.98	<b>10.18</b>
119	0.98	0.96	0.92	<b>0.78</b>	0.98	10.08
120	0.99	1	0.94	<b>0.81</b>	0.99	10.08
121	0.98	0.97	0.93	<b>0.78</b>	0.98	10.08
122	0.98	0.96	0.92	<b>0.78</b>	0.98	10.08
123	0.98	0.97	0.92	<b>0.78</b>	0.98	<b>10.18</b>
124	0.98	0.96	0.93	<b>0.76</b>	0.97	10.08
125	0.98	0.97	0.93	<b>0.79</b>	0.99	10.08
126	0.97	0.97	0.94	<b>0.8</b>	0.98	10.08
127	0.99	0.97	<b>0.88</b>	<b>0.76</b>	0.98	<b>10.18</b>
128	0.99	0.98	0.92	<b>0.77</b>	0.98	10.08
129	0.98	0.95	0.95	<b>0.79</b>	0.97	10.08
130	0.98	0.95	0.92	<b>0.76</b>	0.97	10.08



**Fig. 3** The character recognition of video image before the addition of comparison images

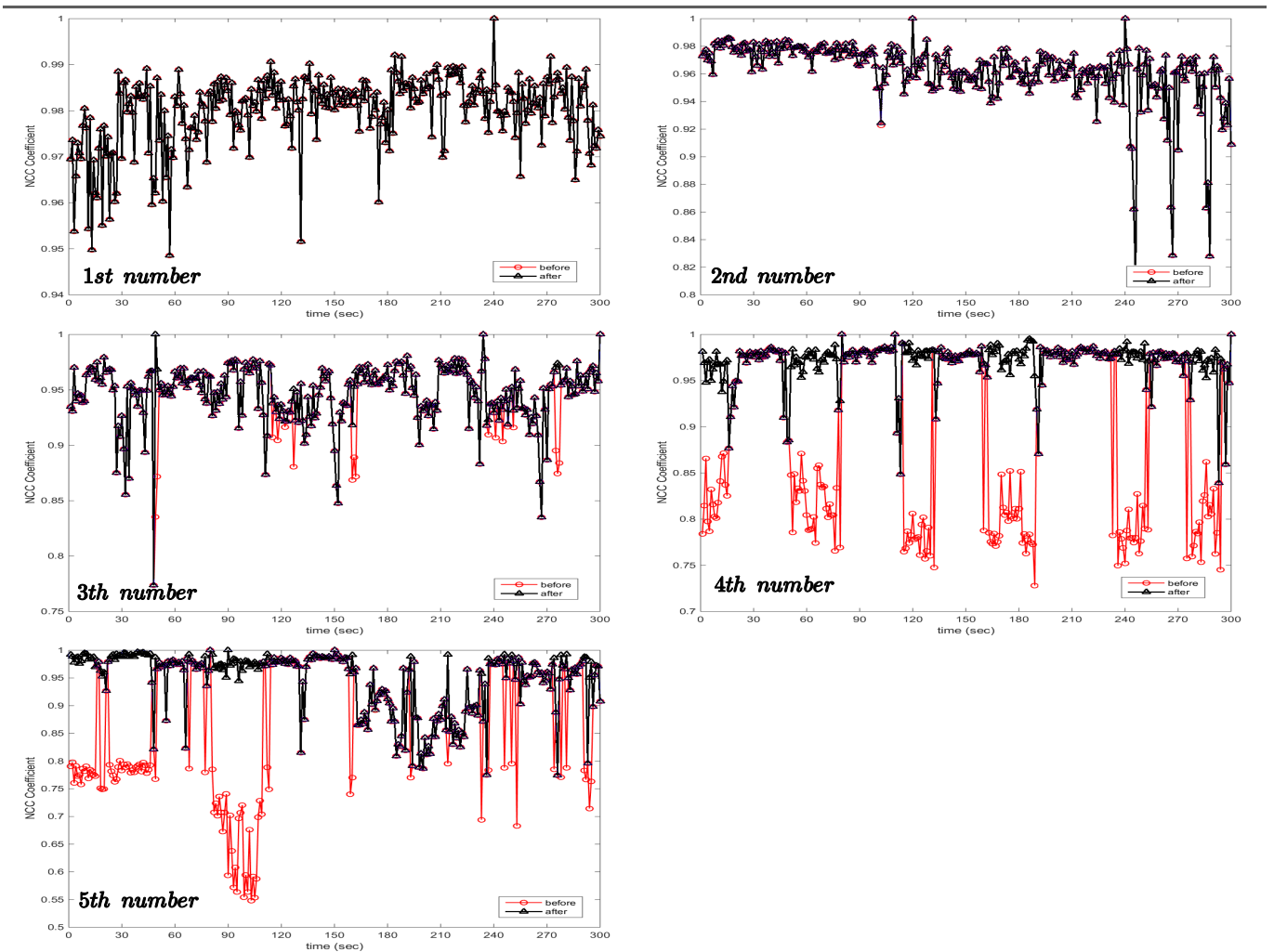
**Table 4** Original and added comparison images corresponding to the confused characters

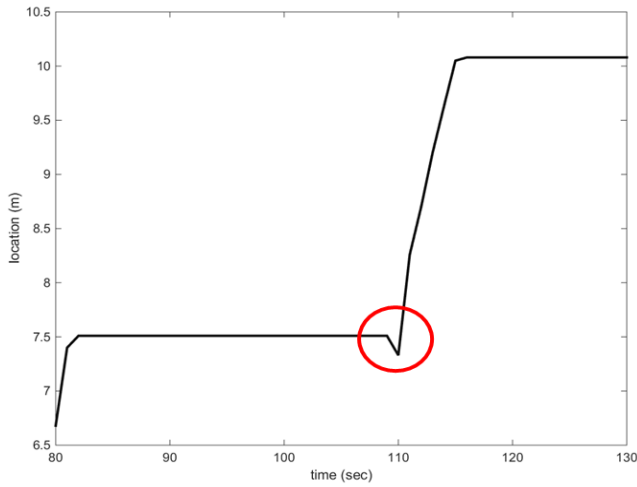
Character	Original	Added
0		
1		
4		

### 3. 결과 및 분석

하수관로 CCTV조사 영상에서 상호상관기법을 통하여 문자인식을 통한 시간에 따른 진입거리를 Fig. 3에 80초에서 130초까지 나타내었다. 시간에 따라 탐사장치의 진입거리가 증가하거나 정지해 있어야 하지만 특이점들이 나타나는 것을

**Table 5** The NCC coefficients comparison of before and after the addition of comparison images





**Fig. 4** The character recognition of video image after the addition of comparison images(from of 80 sec. to 130 sec.)

확인할 수 있다. 이러한 이유는 전술한 바와 같이 영상이 저해상도이고, 배경색이 일정하지 않아서 문자를 제대로 인식하지 못하는 경우이다. Table 3은 110초에서 130초까지의 원영상에서 거리를 나타내는 5개의 숫자와 비교영상에 대한 상호상관계수를 나타낸 것이다. 상관도가 90%미만인 것은 굵게

표시하였으며, 4번째 문자 및 5번째 문자는 80%이하의 상관도가 많아 여기에서 문자를 잘못 인식한 것으로 나타났다.

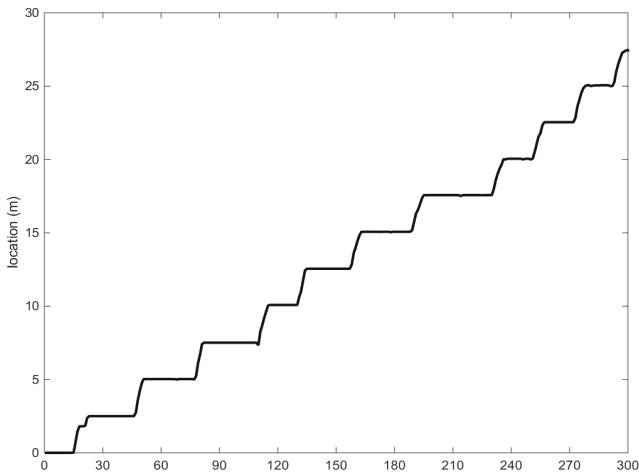
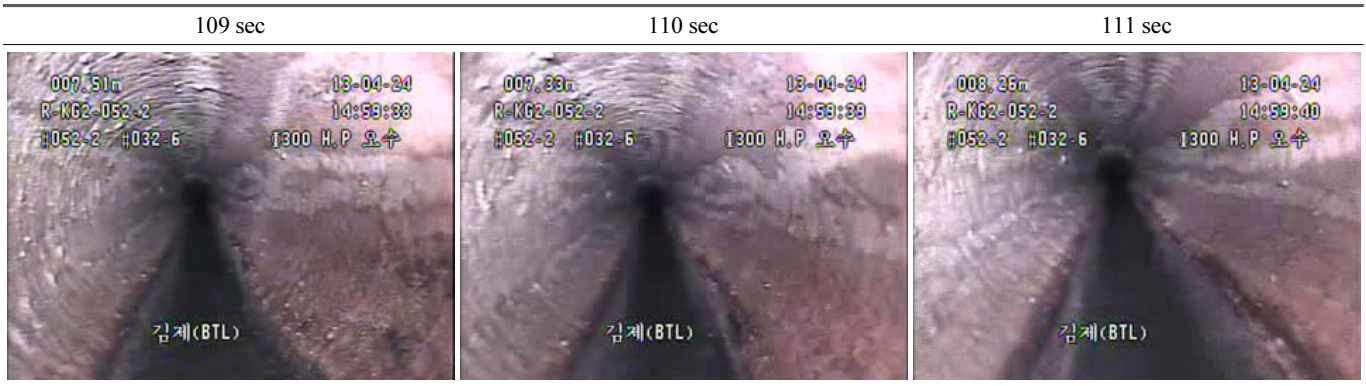
문자인식률이 낮은 숫자는 0, 1, 4로 나타났으며, 이들 숫자는 공통적으로 세로선이 존재하여 인식범위가 중첩되는 것으로 나타났다. 이에 문자인식을 개선하기 위해서 Table 4와 같이 문자 0, 1, 4에 대해서 비교영상을 하나씩 더 추가해서 비교하였다. 비교영상 추가에 의한 개선 전과 후의 자기상관계수를 Table 5에 비교하였다. 첫 번째 숫자 및 두 번째 숫자는 개선 전과 후가 비슷하게 나타났지만, 네 번째 숫자 및 다섯 번째 숫자는 확실한 개선 효과가 나타남을 알 수 있다. 네 번째 및 다섯 번째 숫자 특히, 다섯 번째 숫자는 로봇이 촬영할 때 거리가 급격하게 변하는 숫자이므로 자주 바뀌어 해상도가 떨어졌기 때문에 문자를 제대로 인식을 못한 것으로 판단된다.

이렇게 문자인식률을 개선하여 해석한 결과를 Fig. 4 및 Table 6에 나타내었다. 그림과 표에서 알 수 있듯이 특이점이 나타나지 않으며, 일부를 제외하고 모두 상관도 90%이상으로 나타나 개선효과가 탁월한 것으로 나타났다. Fig. 4의 표시된 특이점은 원본영상 자체의 문제로 본 문자인식과 관계가 없다. 즉, Table 7의 원본영상과 같이 109초에서 007.51 m, 110초에서 007.33 m, 111초에서 008.26 m로 나타나 비디오

**Table 6** NCC coefficients between original and corresponding images after the addition of comparison images

Time(sec)	First number	Second number	Third number	Fourth number	Fifth number	Location(m)
110	0.99	0.97	0.93	1	0.98	7.33
111	0.98	0.98	<b>0.87</b>	<b>0.89</b>	0.97	8.26
112	0.99	0.97	0.91	0.93	0.99	8.7
113	0.98	0.97	0.97	<b>0.85</b>	0.99	9.2
114	0.99	0.98	0.97	0.99	0.98	9.63
115	0.98	0.95	0.94	0.99	0.97	10.05
116	0.99	0.95	0.94	0.98	0.99	10.08
117	0.98	0.96	0.93	0.98	0.98	10.08
118	0.99	0.96	0.94	0.99	0.98	10.08
119	0.98	0.96	0.92	0.98	0.98	10.08
120	0.99	1	0.94	0.97	0.99	10.08
121	0.98	0.97	0.93	0.98	0.98	10.08
122	0.98	0.96	0.92	0.97	0.98	10.08
123	0.98	0.97	0.92	0.98	0.98	10.08
124	0.98	0.96	0.93	0.98	0.97	10.08
125	0.98	0.97	0.93	0.98	0.99	10.08
126	0.97	0.97	0.94	0.98	0.98	10.08
127	0.99	0.97	0.95	0.98	0.98	10.08
128	0.99	0.98	0.92	0.98	0.98	10.08
129	0.98	0.95	0.95	0.97	0.97	10.08
130	0.98	0.95	0.92	0.98	0.97	10.08

**Table 7** The video image of 109~101sec

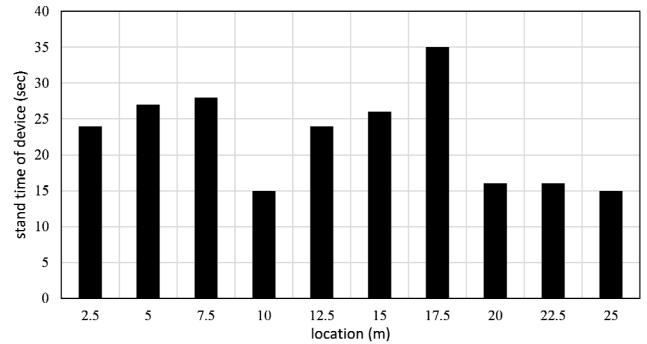


**Fig. 5** The character recognition of video image after the addition of comparison images

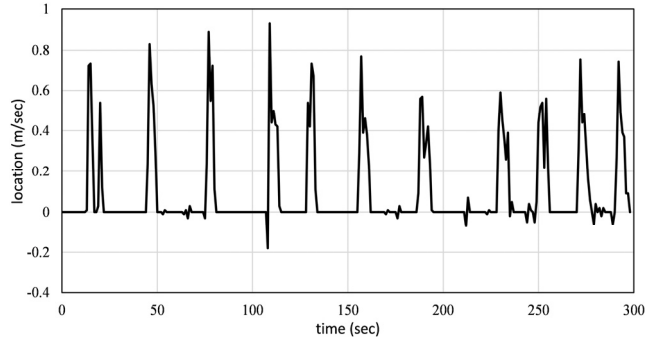
촬영자체가 문제가 있는 것으로 나타났다. Fig. 3과 Fig. 4를 비교해보면 확실하게 비교영상 추가에 의한 개선 효과가 나타남을 알 수 있다. 개선 전과 후의 조사영상의 전 구간에 대한 문자 인식 개선 후의 인식된 진입거리를 Fig. 5에 도시 하였다. 문자 인식률을 상호상관기법을 인식한 거리와 실제 영상에 표시된 거리와 동일한 결과를 나타내는 비율로 정의하는 경우 개선 후 문자 인식률은 100%로 나타났다.

하수관로 CCTV조사 영상의 300초 동안의 조사 결과인 Fig. 5와 같이 하수관 탐사를 수행한 조사자는 흠관의 기본 길이인 2.5 m 마다 장치를 정지하고 CCTV를 조작한 것을 알 수 있다. 조사자는 Fig. 6에 도시한 것과 같이 시점으로부터 2.5 m 간격으로 최소 15초, 최대 35초, 평균 22.6초 동안 정지하여 탐사장치를 운용하였다.

하수관로 탐사장치의 진행속도는 Fig. 7과 같이 300초 동안 평균 0.091 m/s, 최대속도는 0.93 m/s로 나타났다. ME(2011)의 CCTV조사 판독 표준화 매뉴얼의 탐사장치 운행 기준속도인 15 m/min(0.25 m/s) 이하의 기준을 만족하는 것을 확인하



**Fig. 6** Stand time of sewer inspection device



**Fig. 7** Velocity of sewer inspection device

였다.

CCTV 영상은 탐사장치의 진입거리 외에도 조사일자, 조사시간, 관중, 관경 등의 정보를 가지고 있지만 자막의 형식과 크기가 일정하지 않아 다양한 수집주체로부터 제작된 영상을 일괄적으로 분석하기는 어렵다. 현재 관리주체에서 보유하고 있는 영상의 해상도는 40만 화소 이하의 저해상도 영상이 대부분이므로 문자인식의 결과의 신뢰도를 보장하기 어렵다. 진입거리는 숫자만으로 표현되어 있으므로 높은 정확도로 인식이 가능하므로 보관 및 관리 등의 목적으로 활용성이 높다.

본 연구는 하수관로 조사영상의 진입거리 문자에 대한 비

교영상을 개별적으로 추출하였으나, 향후 다양한 조사영상에서 일괄적으로 탐사장치의 진입거리를 인식하기 위해서는 저해상도 영상에서 관심영역을 자동으로 설정할 수 있는 기법의 개발이 필요하다.

#### 4. 결 론

본 연구는 하수관로 탐사자료의 객관성과 접근성을 높이기 위해 디지털영상처리 기술을 도입하여 하수관 탐사 영상을 분석하기 위한 기본 연구를 수행하였다. 즉, 하수관로의 손상 탐지를 위해서 저해상도 영상의 문자인식을 수행하였다. 제안된 방법은 하수관로 조사영상 같은 저해상도, 저조도의 영상에서 탐사장치의 진입거리를 높은 정확도로 인식할 수 있었다.

영상처리 기법은 상호상관 계수를 이용하였으며, 영상내의 문자를 이용하여 분석하였다. 영상내의 문자 1개만으로 문자를 인식하기에는 상호상관 계수가 0.5~0.7 정도로 나타나 문자 인식을 제대로 못하는 경우가 발생하였으나, 식별이 어려운 문자들은 비교영상을 1개씩 더 추가하여 문자를 인식한 결과 100%의 인식률을 보였다.

하수관로 CCTV조사 영상에 나타난 진입거리 문자를 인식하여 하수관로의 손상 위치를 간접적으로 파악할 수 있기 때문에, 본 연구의 성과를 활용하는 경우 다량의 하수관로 CCTV조사결과를 일괄로 관리·분석할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2015년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC-14-02-ETRI)의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### References

Ahrary, A., Tian, L., Kamata, S., and Ishikawa, M. (2005), *An autonomous*

*sewer robots navigation based on stereo camera information*, Paper presented at the International Conference on Tools with Artificial Intelligence.

Duran, O., Althoefer, K., and Seneviratne, L. D. (2002), State of the Art in Sensor Technologies for Sewer Inspection, *Sensors Journal, IEEE*, 2(2), 73-81.

Esquivel, S., Koch, R., and Rehse, H. (2009), Reconstruction of Sewer Shaft Profiles from Fisheye-Lens Camera Images, *Pattern Recognition* (pp. 332-341): Springer.

Ilg, W., Berns, K., Cordes, S., Eberl, M., and Dillmann, R. (1997), *A wheeled multijoint robot for autonomous sewer inspection*, Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems.

Kim, B. C., Son, B. J., Choi, C. H., and Park, K. T. (2015), *Damage Estimation of Sewer Pipe using Image Processing of the Investigation Video*, Paper presented at the Proceedings of Korean Society of Civil Engineers Conference, Kunsan, Republic of Korea.

Lewis, J. P. (1995), *Fast normalized cross-correlation*, Paper presented at the Vision interface.

MathWorks, I. (2015). *Matlab Image Processing Toolbox* (Version 2015).

McKim, R. A., and Sinha, S. K. (1999), Condition Assessment of Underground Sewer Pipes using a Modified Digital Image Processing Paradigm, *Tunnelling and Underground Space Technology*, 14, 29-37.

ME (2011), *Standard Manual for Sewer CCTV Inspection and Repair Criterion*: Ministry of Environment.

Moselhi, O., and Shehab-Eldeen, T. (1999), Automated Detection of Surface Defects in Water and Sewer Pipes, *Automation in Construction*, 8(5), 581-588.

Song, Y. S., and Hwang, H. K. (2013), *Image Processing Method for Health Monitoring of Drainpipes*, Paper presented at the Proceedings of KSGPC Conference.

Xu, K., Lxmoore, A. R., and Davies, T. (1998), Sewer Pipe Deformation Assessment by Image Analysis of Video Surveys, *Pattern Recognition*, 31(2), 169-180.

Yang, M. D., and Su, T. C. (2008), Automated Diagnosis of Sewer Pipe Defects Based on Machine Learning Approaches, *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1327-1337.

Yang, M. D., Su, T. C., Pan, N. F., and Yang, Y. F. (2011), Systematic Image Quality Assessment for SEWER Inspection, *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1766-1776.

Received : 04/18/2016

Revised : 07/18/2016

Accepted : 07/29/2016

---

**요 지** : 최근 이슈가 되고 있는 도심지 지반함몰로 인하여 주기적인 하수관로 조사의 필요성이 강조되고 있다. 일반적으로 수행되는 조사 방법 중 하나인 하수관로 CCTV조사는 상당한 시간과 노력이 소요된다. 기존 연구들은 주로 하수관로 조사에 소요되는 노력을 줄이기 위한 H/W 및 S/W의 개발에 관한 연구가 주를 이루고 있다. 그러나 기존 CCTV 탐사장치를 이용하여 관리담당자가 보관하고 있는 수많은 조사영상을 활용하기 위한 연구는 진행되지 않았다. 본 연구는 cross-correlation기법 기반의 이미지프로세싱 방법을 적용하여 CCTV 조사영상의 자막으로부터 장치의 위치정보를 추출하였다. CCTV 장치의 시간-거리 관계를 분석한 결과 탐사 장치가 정지시간과 하수관로의 손상 사이의 강한 상관관계를 확인하였다. 제안된 CCTV영상의 분석법을 활용하는 경우 CCTV조사 보고서 작성 및 관리에 소요되는 노력을 줄임으로써 하수관로 유지관리의 효율성과 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

**핵심용어** : 이미지프로세싱, 문자인식, 저해상도, 하수관, CCTV

---