

평탄화 분석방법을 이용한 금석문판독 향상 방법

최원호[†], 고선우^{**}

A Study on Improving Readability Using Flattening Analysis

Won Ho Choi[†], Sun Woo Ko^{**}

ABSTRACT

The epigraphy is a text on metal or a text on stone. The value of epigraphy can be used to identify historical facts of the past. It is a good record to understand the past life and culture. But it is difficult to decode the character of the epigraphy which has been exposed to the outdoor for a long time. In this study, the proposed techniques are consisted of 3 parts: (1)The surface division into information area, non-information area, and undifferentiated area. And then, (2) The selection of points in the non-information area and finding a reference plane with the minimum error. (3) Flattening the points perpendicular to the reference plane and decoding characters on information area. This research contributes to narrow the scope of a particular letter and to read the controversial letters on the Pohang Jungsoengri Silla Stone Monument(Korea's national treasure number 318)

Key words: Epigraph, 3D Scanning, Readability, Information Area, Flattening

1. 서 론

본 연구는 오랜 시간 마모와 훼손으로 인해 가독성이 떨어지는 금석문(金石文)에 새겨져 있는 각자된 글자에 대한 판독을 향상시키기 위한 연구이다.

금석문(金石文)이란 말 그대로 철이나 청동과 같은 금속 재료에 기록한 금문(金文)과 비석처럼 석재에 기록한 석문(石文)을 일컫는 말이다. 일반적으로 금석문이라 하면 금문이나 석문뿐만 아니라 토기에 기록한 토기 명문(銘文), 나무 조각에 기록한 목간(木簡), 직물에 쓴 포기(布記), 고분의 벽에 붓글씨로 쓴 묵서명(墨書銘), 칠기에 기록한 묵서(墨書), 기와나 전돌에 새긴 명문(銘文) 등을 포괄하여 부르기도 한다[1]. 금석문(金石文) 가치는 과거의 역사적 사실을 확인할 수 있으며 그 당시의 생활상, 문화 등을 파악할 수 있는 좋은 기록 자료이다. 하지만 야외에

오랜 시간 노출되어 있는 금석문은 표면 훼손이 발생하여 각자된 글자 파악이 어려운 경우가 많다. 금석문 중 최근까지 야외에 있던 영일 냉수리신라비, 울진봉평신라비, 단양신라적성비와 같은 금석문(金石文)은 표면 마모와 훼손으로 인해 각자된 글자정보 파악에 어려움이 있다. 오랜 시간 야외에 노출된 금석문의 경우 빗물로 인한 물의 용해작용, 공기에 의한 산화작용, 생물작용, 밤낮의 온도차, 환경오염 등으로 금석문의 표면 훼손이 발생한다[2].

본 연구는 야외에 노출되어 표면 훼손으로 각자된 글자파악이 어려운 금석문에 대하여 3차원 스캐닝 기술과 입체분석기술을 적용하여 가독성 향상을 위한 방법을 제시한다.

본 연구와 유사한 대표적인 해외 사례를 살펴보면 디지털 함무라비 프로젝트[3]를 들 수 있다. 디지털 함무라비 프로젝트는 미국 존스 홉킨스대학이 진행

※ Corresponding Author : Sun Woo Ko, Address: (55069) Dept. of Smartmedia, Jeonju University, Cheonjam-ro 303, Wansan-gu, Jeonju, Korea, TEL : +82-63-220-2677, FAX : +82-63-220-3071, E-mail : godfriend@hanmail.net
Receipt date : Nov. 28, 2016, Revision date : Jan. 2, 2017

Approval date : Jan. 24, 2017

[†] Digital Heritage Institute, Jeonju University
(E-mail : wonhosori@naver.com)

^{**} Dept. of Smartmedia, Jeonju University

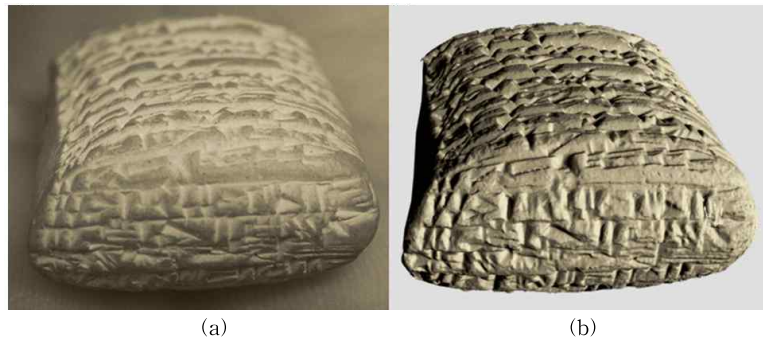


Fig. 1. The result of rendering for cuneiform, (a) Photograph, (b) 3D Shading Data.

덩이에 새겨진 수메르인의 쉼기문자에 대한 글자 정보를 파악하고 디지털 데이터 베이스(DB) 작업을 수행한 연구이다[4]. 이 연구는 진흙덩이에 새겨진 수메르인의 쉼기문자에 대한 판독을 위해 3차원 스캐닝을 적용하고 입체정보기반의 렌더링(Rendering) 기법, 쉼딩(Shading)기법을 적용하여 가독성을 향상시킨 연구이다. 또한 애플사의 IClay어플[5]을 이용하여 다양한 연구결과를 인터넷상에 공유하고 전세계 연구자들에게 공동 연구를 제공하는 계기를 마련하였다. 디지털 함무라비 프로젝트는 쉼기문자를 판독하기 위해 글자에 대한 2차원 평면화 분석뿐만 아니라 글자의 입체적 특징을 고려한 3차원 입체정보 분석을 수행하였다. 특히, Fig. 1처럼 진흙덩이에 새겨진 글자 판독을 위해 저해상도의 사진 판독대비 글자의 입체적 특징을 고려한 렌더링, 쉼딩 기법 적용을 통해 고해상도 분석을 수행하였다.

또한, Fig. 2는 진흙덩이에 새겨진 쉼기문자를 정각에서 글자를 파악하는데 문제가 없지만 경사진 부분에 대한 글자를 파악하는데 한계가 있다. 이를 해결하기 위하여 존스홉킨스대학 연구팀은 입체정보

를 바탕으로 3차원 데이터를 펼쳐 문자 판독을 수행하였다.

우리나라 금석문의 경우에도 범종이나 기와 등에 각자된 명문 분석에는 디지털 함무라비 프로젝트에서 적용한 입체정보기반의 펼쳐 분석하는 방법이 필요하다. 또한 바위면과 같은 부정형 자연석에 새겨진 글자의 경우에도 중요하게 활용되리라 본다.

2. 금석문 판독의 기존조사

금석문(金石文) 판독을 위한 탁본은 대상 비석(碑石) 표면에 음각으로 각자(刻字)된 글자에 한지를 부착시켜 먹물 명암(明暗)으로 글자 정보를 확보하는 조사 방법이다.

금석문(金石文) 판독에 있어 탁본은 일반적인 방법이며 탁본 자료는 문헌적 가치뿐만 아니라 예술품으로써 가치를 갖고 있다. 탁본은 대상 문화재가 갖고 있는 각자(刻字)된 글자나 부조 형태의 문양 등을 있는 그대로 추출하여 그 정보를 명확하게 파악하는 것이 매우 중요하다. 탁본은 비석(碑石) 표면의 음각 및 양각 형태가 깨끗하고 표면이 편평할 경우에 탁본을 수행하기도 수월하고 질 좋은 결과를 얻을 수 있다[2]. 하지만 비석(碑石) 표면의 마모와 훼손으로 인해 요철이 있는 상태에서 탁본을 수행하게 되면 글자 판독에 어려움을 줄 수 있는 저해상도 결과를 얻게 된다. 저해상도 결과가 판독에 어떻게 영향을 주는지는 Table 1에서 잘 나타난다.

Table 1에서 동일한 금석문(金石文) 판독에 대한 다양한 이본(異本)을 확인할 수 있다. 문화재청의 한국금석문종합영상정보시스템[1]을 살펴보면 많은 금석문(金石文)에 대한 판독 이본(異本)이나 판독불

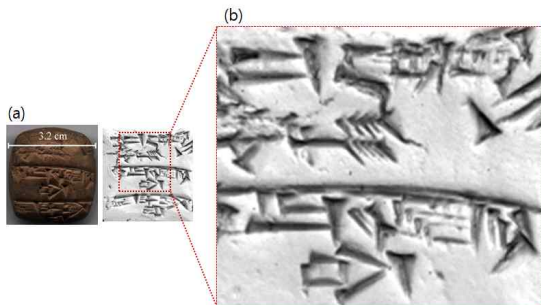


Fig. 2. Readings of expanded cuneiform, (a) Photograph, (b) An unfolded picture.

Table 1. The different opinions of decoding

Epigraph	Number of different decodings
Nangsu-ri's fundamental Monument on Young-il	10
Uljin Bongpyong Monument of Silla	13
Tanyang monument of Silla Dynasty	9
King Jinheung's Sunsubi Monument	11
Changnyeong Silla Jinheungwang cheokgyeongbi	9
Monument of Goguryeo in Jungwon	9

가 금석문을 확인 할 수 있다. Table 1의 금석문들은 각자(刻字)된 시기가 고려시대 이전의 비문으로 오랜 시간동안 자연환경에 노출되어 풍화(風化), 박리박락(剝離剝落), 훼손(毀損)이 이루어진 공통의 특징을 갖고 있는 비석(碑石)들이다. Table 1의 판독 이본(異本)에 대한 사례를 자세히 살펴보면 다음과 같다.

Fig. 3에서 각자(刻字)된 글자에 대한 탁본 결과를 살펴보면 오른쪽 상단의 획이 훼손(毀損)되었지만 일부분의 자형 유추는 가능한 상태이다. 하지만 판독 결과에 대해서는 논란이 있다.

Fig. 3의 탁본 결과를 가지고 판독을 수행할 경우 Table 2처럼 학자마다 다른 의견을 보이는 것을 알 수 있다. 後面 4행의 첫 번째 글자를 노중국은 '休'자로 판독한 반면 이우태는 '你'자로 판독하였다.

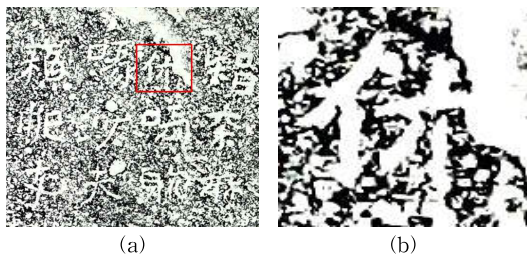


Fig. 3. Rubbing result on the Nangsu-ri's fundamental monument on young-il, (a)Rubbing, (b)Partial enlargement.

Fig. 4는 영일냉수리신라비에 대한 탁본 결과에서 판독의 논란이 되고 있는 글자를 확대하여 살펴봤다. 육안을 살펴봤을 때 자형상 글자 판독이 가능할 것으로 보인다.

Table 3은 영일냉수리신라비의 後面 6行 첫 번째 글자가 육안으로 선명하게 보이지만 판독 불가로 처리한 대표적인 사례이다. 노중국은 판독 불가로 결정하여 판독문을 작성하였지만 이우태, 최광식, 후보돈은 '蘇'자로 보고 있다. 실제 탁본과 육안자료만을 가지고 글자를 판독한다는 것이 얼마나 어려운지를 확인할 수 있는 예이다.

Fig. 5는 중원고구려비에 대한 탁본 결과를 확대하여 살펴본 내용이다. 전체적으로 비석표면의 마모와 훼손(毀損)에 의해 요철(凹凸)이 심한 것을 확인

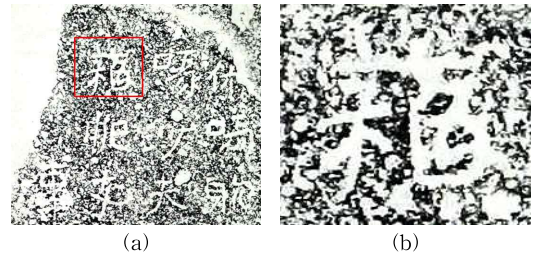


Fig. 4. Rubbing result on the Nangsu-ri's fundamental monument on young-il, (a)Rubbing, (b)Partial enlargement

Table 2. Example of different decoding('休', '你' on the Nangsu-ri's fundamental monument on young-il)

Decoder	Noh choong kook	Lee woo tae
後面	若更澹者教其重罪耳 典事人沙喙壹夫 智奈麻到盧弗須 仇 休喙耽須道使心 訾公 喙沙夫那利沙 喙 □那支此七人□ 踪所白了 事煞牛拔 語故記	若更澹者教其重罪耳 典事人沙喙壹夫 智奈麻到盧弗須仇 你喙耽須道使心訾公 喙沙夫那斯利沙喙 蘇那支此七人跟踪所白了 事煞牛拔語故記

Table 3. Example of different decoding(illegibility, ‘蘇’ on the Nangsu-ri’s fundamental monument on young-il)

Decoder	Noh choongkook	Lee wootae, Choi gwangsik, Ju bodon
後面	□那支此七人	蘇那支此七人

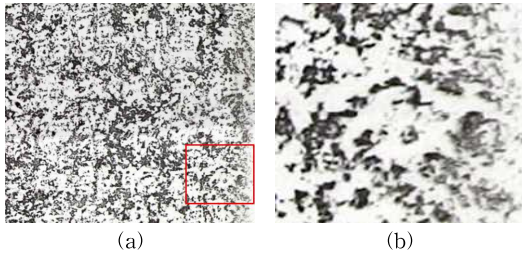


Fig. 5. Rubbing result on monument of goguryeo in jungwon, (a)Rubbing, (b)Partial enlargement.

할 수 있다. 이러한 경우 각자(刻字)된 글자파악이 어려운 것을 확인할 수 있다.

요철이 심한 경우에도 각자된 글자에 대한 이견이 다양하게 나타나는 것을 Table 4에서 확인할 수 있는데 중원 고구려비의 前面 1행에서 많은 학자가 ‘令’자, ‘公’자에 대한 이견이 있다.

앞서 조사된 Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5에서 확인하였듯이 가독성을 높이기 위해서는 탁본의 왜곡 유발요소를 제거한 조사방법이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 3차원 스캐닝 기술을 적용하여 금석문 입체 형상 정보 측정하고 왜곡 유발요소를 제거하여 확인하는 평탄화 분석을 통한 판독방법을 제시한다.

3. 금석문(金石文) 입체 형상정보 측정 및 분석

3.1 금석문(金石文)에 대한 3차원 스캐닝

금석문(金石文)의 입체 형상정보 분석을 위해서는 3차원 스캐닝 기술을 적용하여 각자된 글자의 측정 및 판독을 고려한 모델링을 수행하여 가독성을 확보한다.

Table 4. Example of different decoding(‘令’, ‘公’ on Monument of goguryeo in jungwon)

Decoder	Suh youngdae, 田中俊明	Jeong yeongho, Kim changho
前面	五月中高麗太王 祖王令...	五月中高麗太王 祖王公...

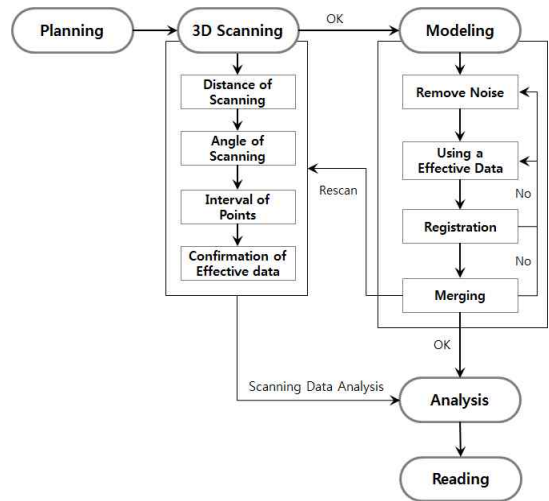


Fig. 6. 3D scanning data analysis process for epigraph decoding.

Fig. 6은 금석문에 각자(刻字)된 글자의 3차원 스캐닝 및 모델링, 입체 형상 분석에 대한 세부 프로세스이다. 분석 프로세스를 통해 각 단계에서 발생할 수 있는 오류를 제거하고 데이터 품질 및 정밀도를 확보한다. Fig. 6의 분석 프로세스는 초기 구축기 이후 스캐닝 단계에서 스캐닝 거리와 스캐닝 각도를 최적화시켜야 한다. 그리고 모델링 단계에서는 정교한 대용량의 스캐닝 데이터를 목적에 맞게 최적화해야 한다[6].

금석문(金石文) 판독을 위한 글자의 입체 형상정보를 정확하게 측정하기 위해서는 조밀한 포인트 간격을 설정하여 정밀도를 확보하고 유효 데이터 구간 파악에 따른 왜곡을 제거하여 스캐닝 작업을 수행한다. 정밀한 스캐닝 데이터는 모델링 단계로 넘어가며 노이즈(noise) 제거, 유효 데이터 구간의 고품질 데이터 확보, Boundary 데이터 정리 등 편집 작업을 수행하여 정합 오차 최소화를 위한 작업을 수행한다. 정리된 데이터는 정합과정을 거쳐 병합을 수행하고 최종적으로 분석을 통해 각자된 글자에 대한 판독을 수행한다.

3.2 금석문(金石文)의 3차원 입체형상정보 측정

본 연구에 적용하는 광삼각(optical triangulation) 3차원 스캐너의 측정 원리는 측정 대상체의 표면에 레이저 슬릿광(slits optics beam)이 접촉되는 측정점 $P(x, y, z)$ 을 분사한 측과 일정한 각도에 고정되어 있

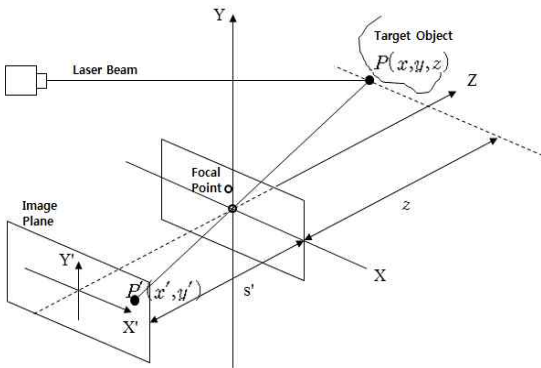


Fig. 7. Laser scanning principle of optical triangulation method.

는 렌즈가 측정점을 인식한다. 인식된 렌즈를 통과하여 CCD (charge coupled device)에 투영된 상 $P'(x', y')$ 의 좌표 정보가 하나의 위치점이 된다. 레이저 슬릿광(slit optics beam)의 분사 축과 카메라의 축에 대한 알고리즘 분석을 통하여 $P(x, y, z)$ 의 입체좌표 정보를 인식한 데이터를 추출하는 원리이다[7].

Fig. 7에서 측정 대상체의 형상이 투영된 점 $P(x, y, z)$ 는 측정 대상체의 실제 형상 좌표계 (X, Y, Z) 의 한 점이고 $P'(x', y')$ 는 CCD카메라 영상에 투영된 평면 좌표계 (X', Y') 의 한 점이다. 카메라가 갖고 있는 중심 광학(optical)축이 수평하게 이어지는 깊이 방향의 축을 Z 축으로 인식한다. Z 축 카메라 렌즈의 초점(Focal Point)을 실물 좌표계의 기준원점으로 설정하면 s' 값은 렌즈에서 카메라 투영면까지의 거리를 말한다. 또한 z 값은 대상 측정체의 슬릿광이 닿는 대상 측정체의 표면 위치 좌표인 P 까지의 거리를 말한다[7].

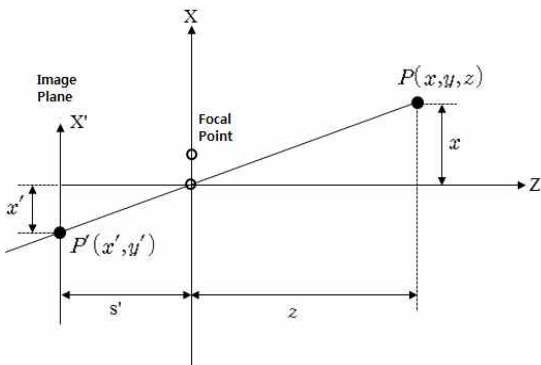


Fig. 8. Relationship between x and x' .

Fig. 8에서 $z : x = s' : x'$ 이 성립하여

$$x = \frac{z}{s'} x' \tag{1}$$

같은 방법으로 $z : y = s' : y'$ 이 성립하여

$$y = \frac{z}{s'} y' \tag{2}$$

Fig. 8에 레이저 빔의 방향 축과 광학(optical)축과 형성하는 각도 θ 를 고려하면 Fig. 9와 같다[8].

Fig. 9의 $P(x, y, z)$ 에서 X 축에 수선을 내린 Fig. 10으로부터 다음과 같은 관계가 성립함을 확인할 수 있다.

$$\tan \theta = \frac{x - \xi}{z} \tag{3}$$

위의 식 (1), (2), (3)으로부터 대상 측정 표면의 임의의 측정점 P 에 대한 좌표값 (x, y, z) 을 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$x = \frac{\xi x'}{x' - s' \tan \theta} \tag{4}$$

$$y = \frac{\xi y'}{x' - s' \tan \theta} \tag{5}$$

$$z = \frac{\xi s'}{x' - s' \tan \theta} \tag{6}$$

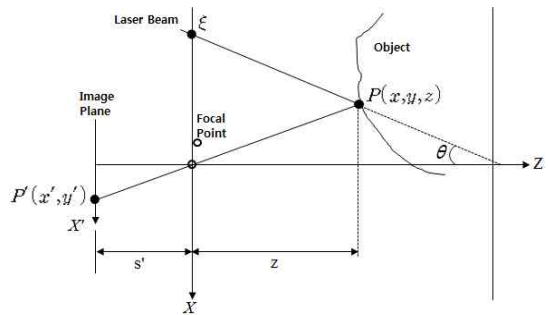


Fig. 9. 3d coordinate extraction of laser slit beam.

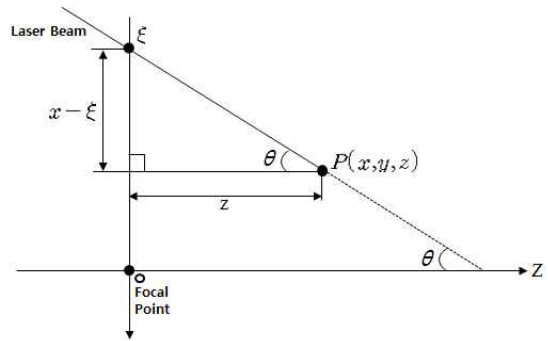


Fig. 10. Relationship between z and θ .

위 방식에 의해 금석문에 대한 3차원 스캐닝 원리를 이용하여 입체 형상정보 데이터를 획득하게 된다[8].

4. 금석문(金石文) 평탄화분석

3차원 스캐닝을 이용한 금석문 입체 형상정보를 획득하면 판독을 위한 평탄화분석이 진행된다.

평탄화분석을 통한 금석문 판독은 Fig. 11과 같은 절차를 따라 진행한다.

4.1 금석문 표면구분(Surface Division into Three Areas)

Fig. 11의 평탄화 분석 프로세스를 살펴보면 첫 번째 단계인 금석문 표면의 영역구분 단계에서는 3개의 영역으로 구분한다. 3D 스캐닝을 통해 획득된 금석문 표면데이터를 각자가 되었다고 판단되는 영역인 정보 영역(Information Area), 인위적으로 각자가 된 영역인지 풍화 등에 의해 훼손된 영역인지 구분되지 않는 미확인 영역(Undifferentiated Area)와 각자되지 않은 비 정보 영역(Non-information Area)로 구분한다. 그리고 기준평면(Reference Plane)을 설정하여 평탄화를 위한 기준을 확보한다. 기준 평면을 바탕으로 선택된 비 정보 영역을 평탄화 시킨다. 최

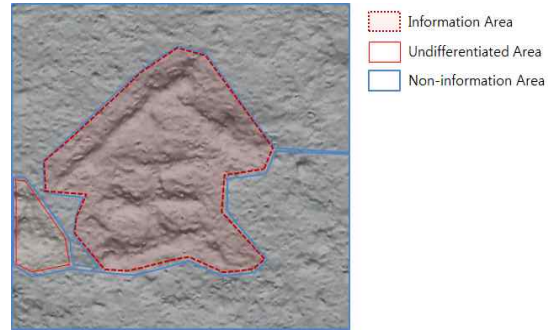


Fig. 12. Surface division into three areas.

종적으로 글자를 판독한다.

Fig. 12는 각자된 글자에 대한 영역을 세 가지 영역으로 구분한 모식도이다. 각자된 글자는 글자가 새겨진 영역과 글자가 새겨지지 않은 영역 그리고 글자로 구분 짓기 어려운 영역으로 구분할 수 있는데 Fig. 12는 영역 구분에 대한 이해를 돕고자 표현하였다.

4.2 기준평면(Reference Plane)의 설정

비 정보 영역에 위치한 모든 3D 스캐닝 측정데이터 $p_i = (x_i, y_i, z_i), i = 1, \dots, n, p_i \in$ 비 정보 영역과 최소 오차를 가지는 평면방정식인 기준평면(Reference Plane)을 구한다.

이러한 Reference Plane은 임의의 3차원 평면 $ax + by + cz + d = 0$ 에서 각 3D 스캔 측정점은 다음 식 (7)과 같은 관계에 있다.

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & z_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, A\theta = B \quad (7)$$

여기서 A 는 $n \times 4$ 행렬, θ 는 4×1 행렬이고 B 는 $n \times 1$ 행렬이다. Residual Sum of Square를 최소화하는 $\hat{\theta} = (A^T A)^{-1} A^T B = [a^*, b^*, c^*, d^*]$ 로 구할 수 있다. 기준평면(Reference Plane)

$P = \{(x, y, z), a^* x + b^* y + c^* z + d^* = 0\}$ 이다.

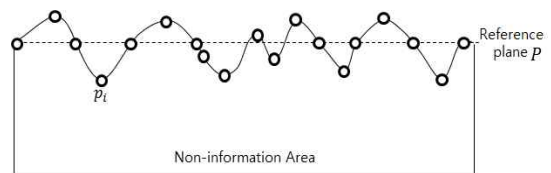


Fig. 13. Reference plane.

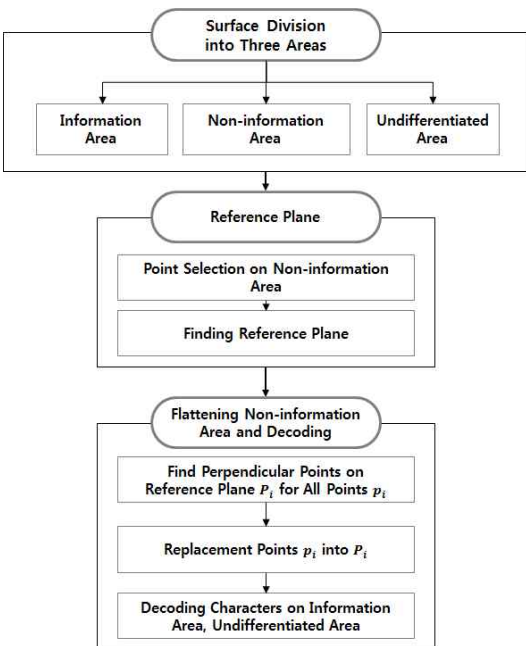


Fig. 11. Flattening analysis process.

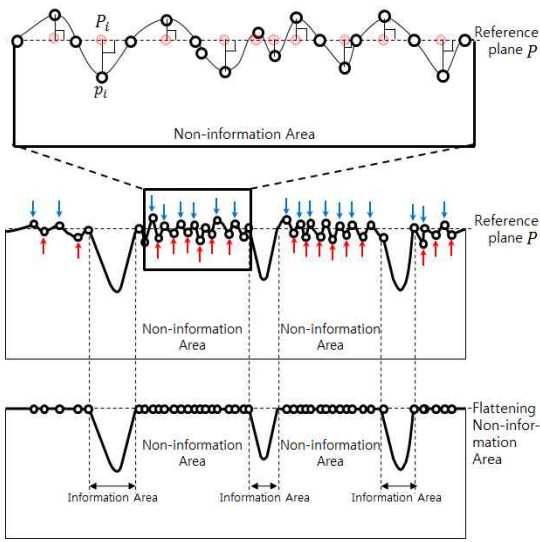


Fig. 14. Flattening and decoding.

Fig. 13은 기준평면을 설정한 상태에서 비 정보 영역의 각 포인트 위치를 단면상태에서 보여주는 모식도이다. 오랜 시간 야외에 있던 비석의 경우 마모와 훼손으로 인하여 비석 표면의 요철이 존재한다. 따라서 기준 평면을 기준으로 비석 표면이 수평으로 접해 있는 것이 아니라 상·하에 존재하고 있어 글자 파악이 어려운 것을 알 수 있다.

4.3 평탄화 및 판독(Flattening and Decoding)

비 정보 영역(Non-information Area) 위의 3D 스

캔 포인트 $p_i, i=1,2,\dots,n$ 에 대해 각 p_i 를 기준평면에 수선을 내렸을 때 수선과 기준평면이 만나는 점 P_i 를 찾는다.

각 $p_i, i=1,2,\dots,n$ 를 대응되는 P_i 로 이동시키는 과정을 평탄화과정이라 한다.

비 정보 영역의 각 점 p_i 를 평탄화한 후 정보 영역에 각자된 내용을 판독한다.

Fig. 14는 비 정보 영역의 요철은 기준평면을 기준으로 상·하에 존재하고 있다. 이러한 요철을 기준평면에 평탄화를 하게 되면 각자된 글자의 정보영역만 음각으로 남아 있게 된다. 이렇게 음각으로 남아 있는 정보 영역의 각자된 글자를 파악하여 판독을 수행하게 된다. 평탄화 분석과정에서 가장 중요한 과정은 요철이 있는 비 정보 영역의 기준평면을 설정하는 것이 매우 중요하다. 표면의 영역 선택과 객관적 수치정보를 기반으로 기준평면을 설정한다. 이는 식 (7)을 바탕으로 기준평면을 설정한다.

Fig. 15는 국보 제318호인 포항중성리신라비의 각자된 글자 중 논란이 있는 글자를 선별하여 분석한 결과이다. 탁본을 이용하여 판독을 수행한 결과 Table 5와 같은 다양한 이견을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 국립경주문화재연구소는 평탄화 분석 결과를 가지고 전문가 협의를 통해 판독에 적용하였다.

본 연구결과는 판독 논란의 여지가 있는 글자에 대한 추독 가능성을 높일 수 있는 계기가 되었다.

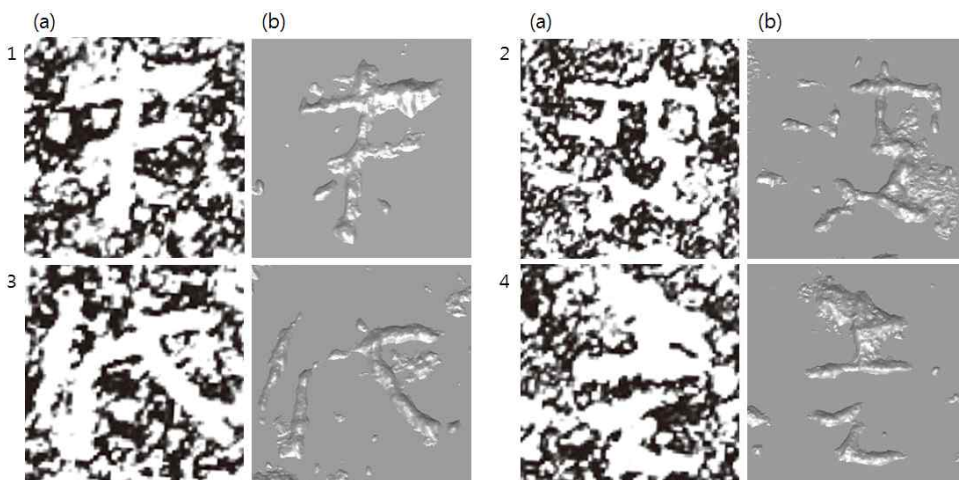


Fig. 15. Flattening analysis result for irregularity surface, (a)Rubbing, (b)Flattening,

Table 5. Example of different decoding on the Pohang Jungsoengri Silla Stone Monument[9]

Num.	Dfferent Decoding	Decoder	Contents[10][11]	Flattening Decoding[11]
1	末	Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage	Decoding with ‘末’	末
	走	Ha, Il-sik	Decoding with ‘走’ by letter form [上] + [乙]	
	朱	Yoon, Seon-tae	Decoding with ‘朱’	
		Kang, Jong-Hoon	Decoding with ‘朱’ by letter form	
2	波	A number of scholars	Decoding with ‘波’	波
		Park Nam-soo	Decoding with ‘波’ from 「魏内司光墓誌」 in 『碑別字新編』	
3	伐	A number of scholars	Decoding with ‘伐’	伐
		Kang, Jong-Hoon	Decoding with ‘伐’	
	代	Kang, Jong-Hoon	Decoding with ‘代’	
4	走	A number of scholars	Decoding with ‘走’	走
		Hong, Seung-woo	Decoding with ‘乞’	
	乞	Park Nam-soo	Decoding with ‘乞’	

4. 결 론

본 연구에서는 마모와 훼손으로 인해 가독성이 떨어지는 금석문에 대하여 3차원 스캐닝 기술 및 평탄화 분석방법으로 가독성을 확보하는 기술을 제시하였다. 이를 위해 글자 표면에 대하여 정보 영역(Information area), 비 정보 영역(Non-information area), 미 확인 영역(Undifferentiated area)으로 구분 기준을 제시하였다. 그리고 비 정보 영역의 선택한 3D 스캐닝 측정 포인트에 대하여 최소 오차를 갖는 평면방향적인 기준평면(Reference plane) 설정방법을 제시하였다. 정보 영역의 글자정보를 판독하기 위해서는 비 정보 영역의 마모와 훼손을 배제해야 한다. 이를 위해 비 정보 영역의 3D 측정 포인트를 기준 평면으로 대체하는 비 정보 영역을 평탄화함으로써 판독력을 향상하였다.

본 연구 성과는 요철이 있는 금석문인 국보 제318호 포항중성리신라비의 판독에 적용하여 그동안 판독에 논란이 있어왔던 글자를 판독해 내거나 부분적인 자형판독을 통해 추독 대상 범위를 좁히는데 기여하였다.

REFERENCE

[1] National Research Institute of Cultural heritage, http://gsm.nricp.go.kr/_third/user/frame.jsp?View=intro&No=1 (accessed Nov., 20, 2016).

[2] W.H. Choi, *A Study on Improvement Method of Ancient Inscription Readability Using 3D Scanning and Image Processing Techniques*, Doctor’s Thesis of INHA University, 2014.

[3] S. Anderson and M. Levoy, “Unwrapping and Visualization Cuneiform Tablets,” *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 22, No. 6, pp. 82-88, 2002.

[4] D.V. Hahn, D.D. Duncan, K.C. Baldwin, J.D. Cohen, and B. Purnomo, “Digital Hammurabi: Design and Development of a 3D Scanner for Cuneiform Tablets,” *Proceedings of SPIE -The International Society for Optical Engineering 6056*, pp. 130-141, 2006.

[5] J. Cohen, D. Duncan, D. Snyder, J. Cooper, S. Kumar, D.Hahn, et al., “iClay: Digitizing Cuneiform,” *Proceeding of the Fifth Interna-*

tional Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, pp. 135-143, 2004.

[6] E.Y. Ahn, "Development of Architectural Components for Soong-Rye Gate And 3D Restoration with Building Information Modeling," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 3, pp. 408-416, 2012.

[7] G.H. Lee, S.W. Ko, and W.H. Choi, "A Technique to Improve the Readability of Ancient Inscription by Using Optical Triangulation Measurement Principle," *Korea Society of IT Services Journal 11*, Korea Society of IT Services, Vol. 11, No. S, pp. 103-110, 2012.

[8] S.W. Ko, "Readability Improvement Method on Ancient Inscription Using Laser Scanning and Image Processing Techniques," *Contents 21, Human Contents of Association*, No. 21, pp. 178-195, 2011.

[9] K.D. Lee, S.T. Kim, S.T. Yoon, S.H. Lee, J.S. Yoon, and S.W. Hoong, *The Best Monument of Silla for the Pohang Jungsoengri Silla Stone Monument and Nangsu-ri's Fundamental Monument*, Juluseong, Seoul, 2012.

[10] Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, *Pohang Jungseongri Silla Stone Monument*, Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage 75, v.1, Geongju, 2009.

[11] Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, *Pohang Jungseongri Silla Stone Monument Book*, Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, Gyeongju, 2012.



최 원 호

2004년 2월 상명대학교 디지털영상학(석사)
 2014년 8월 인하대학교대학원 융합고고학과(박사)
 2015년 3월~현재 전주대학교 디지털헤리티지연구소 연구교수

관심분야 : 문화재, 3차원스캐닝, 디지털콘텐츠



고 선 우

1985년 8월 고려대학교 산업공학과(학사)
 1988년 2월 KAIST 산업공학과(석사)
 1992년 8월 AIST 산업공학과(박사)

2005년 3월~현재 전주대학교 스마트미디어학부 교수
 관심분야 : 문화재, 3차원스캐닝, 디지털콘텐츠