

효과적인 HCI를 위한 동적 재구성 멀티미디어 스프레드시트 설계

A Design of A Dynamic Configurational Multimedia Spreadsheet for Effective HCI

지승현

한국산업기술대학교 교양학과(전산전공)

Sung-Hyun Jee(jsh@kpu.ac.kr)

요약

비주얼라이제이션 스프레드시트(visualization spreadsheet)는 다차원 데이터집합의 다양한 비주얼라이제이션(visualization)환경 지원에 매우 효과적이다. 본 논문에서는 대용량 멀티미디어 데이터집합을 효율적으로 유지관리하고 동적 재구성할 수 있는 멀티미디어 스프레드시트 모델을 설계하였다. 제안한 모델은 실시간 재구성 가능한 셀단위 이차원 스프레드시트의 토대에 셀마다 프레임스택을 구비하였다. 이상의 구성으로 스프레드시트의 각 셀은 3차원 데이터구조로 구성된 것과 동일한 효과를 갖는다. 제안한 모델은 1) 대용량 데이터집합의 효율적인 구성 및 관리, 2) 사용자요구에 부응하는 셀구조의 실시간 재구성, 3) 사용자와 시스템 간 인터랙티브 유저인터페이스의 장점을 갖는다. 본 논문에서는 다양한 데이터집합의 그래픽렌더링을 통하여 제안한 모델이 우수한 인터랙티브 멀티미디어용 비주얼 툴임을 증명하였다.

■ **중심어** : | 정보비주얼라이제이션 | 스프레드시트 | 셀 | 프레임스택 | 동적 재구성 |

Abstract

The multimedia visualizational spreadsheet environment is shown to be extremely effective in supporting the organized visualization of multi-dimensional data sets. In this paper, we designed the visualization model that consists of the configurational 2D arrangement of spreadsheet elements at run time and each spreadsheet element has a novel framestack. As the feature, it supports 3D data structure of each element on the proposed model. It enables the visualization spreadsheet 1) to effectively manage, organize, and compactly encapsulate multi-dimensional data sets, 2) to reconfigure cell-structures dynamically according to client request, and 3) to rapidly process interactive user interface. Using several experiments with scientific users, the model has been demonstrated to be a highly interactive visual browsing tool for 2D and 3D graphics and rendering in each frame.

■ **keyword** : | Information Visualization | Spreadsheet | Cell | Framestack | Dynamic Reconfiguration |

I. 서론

현재까지 HCI(Human Computer Interaction) 연구는 시스템 성능향상이나 사용편리에 관한 영역뿐만 아니라 유용한 정보로의 신속한 접근, 사용자 작업지원 및 보다 강력한 대화툴 개발 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 특히 HCI의 일환인 정보 비주얼라이제이션(information visualization)은 대용량 다차원 멀티미디어 데이터집합의 시각화와 새로운 데이터집합의 생성과 활용에 관한 분야로서 오늘날 그 중요성이 크게 부각되고 있다[1].

정보 비주얼라이제이션을 위해서, 개발이 진행 중인 이미지조작(image manipulation)용 툴들은 기존 스프레드시트(spreadsheet)와 링크된 윈도우(linked window) 개념을 기반으로 하여 텍스트정보 뿐만 아니라 멀티미디어 등 다양한 범위의 데이터집합을 지원하고 있다. 스프레드시트 개념에 기초한 이미지활용(imagery exploitation) 연구는 대용량 사진파일 브라우징, 의학분야 진단, 영화촬영시 특수효과, 원격조정 및 천문학에 관련한 과학탐구 등 적용범위가 매우 다양하다.

본 논문에서 제안한 모델은 1) 대용량 데이터집합의 효율적인 구성 및 관리, 2) 사용자 요구에 부응하는 실시간 셀의 동적 재구성, 3) 사용자와 시스템간 인터랙티브 유저인터페이스의 세 가지 세부목표를 고려하여 설계하였다. 이를 위하여, 제안한 모델은 실시간에 재구성가능한 셀단위 이차원 스프레드시트의 토대하에 각 셀은 프레임스택(framestack)을 구비하였다. 이와 같은 셀의 구성으로 인하여, 제안 모델은 다차원 데이터집합을 효과

적으로 운영할 수 있을 뿐 아니라 조밀하게 캡슐화할 수 있으며 실시간에 셀(열 혹은 행)삽입, 셀 삭제 및 크기변경 등 셀의 동적 재구성 및 다양한 활용을 가능케 하였다. 본 논문에서는 기존 비주얼라이제이션 스프레드시트(IISS)의 기반에 세부 목표를 충족하는 포터블 플랫폼(portable platform) 모델을 설계하였다[10].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 다차원 데이터집합을 지원하는 계층적인 비주얼라이제이션 모델을 설계하고 조직적인 유지관리 및 실시간 셀의 재구성에 대하여 기술하였다. 제 3절에서는 이벤트수행을 위한 전역이벤트핸들링과 다양한 유저인터페이스에 대하여 알아보았다. 제 4장에서는 새로운 데이터집합을 생성시 데이터플로우 다이어그램을 이용하여 동일한 실행을 반복 실행하는 단점을 줄이는 방안에 대하여 기술하였다. 제 5절에서는 다양한 데이터집합의 적용 예를 살펴 보았다. 마지막으로 제 6절에서는 결론을 기술하였다. 본 논문에서 '이미지'는 데이터집합의 2D영상을 지칭한다.

II. 관련 연구

현재까지 연구되고 있는 대표적인 이미지탐색 툴은 다음과 같다: 스프레드시트(Spreadsheets for images)[2], 내용기반 이미지질의툴[3], 재정분야툴(graphical financial spreadsheet)[4], 정보 비주얼라이제이션 스프레드시트[5-7], 파라메타활용 스프레드시트[8], 인터랙티브 스프레드시트(IISS: Interactive Image SpreadSheet)[9], IISS를

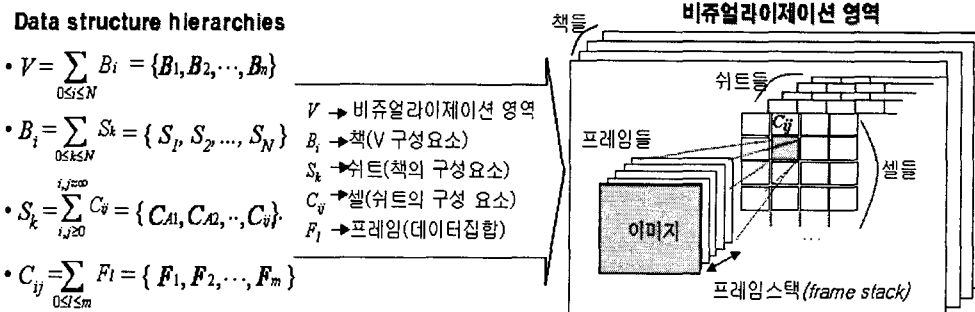


그림 1. 재구성 가능한 비주얼라이제이션 모델

개선한 분산환경지원 스프레드시트(DISS)[10], 애니메이션 및 과학계산용 인터랙티브 비주얼라이제이션 [11-13] 및 대용량 브라우저툴[14][15]. 이와 같은 툴들은 스프레드시트 개념을 기반으로 입력/출력데이터 구성, 연산자기반 데이터집합생성 및 스프레드시트 구성요소인 셀에 저장된 데이터집합간 자료종속성(data dependencies)분석 등 다양한 기능을 제공하고 있다.

그러나 이러한 장점에도 불구하고, 기존 이미지탐색 툴은 다양한 연산자를 셀에 적용하는 기법과 셀간 자료종속성에 관한 연구를 수행하고 있을 뿐 대용량 다차원 데이터집합의 조직적인 유지관리나 실행시 셀구조를 동적으로 재구성하는 인터랙티브 유저인터페이스(interactive user interface)에 대한 연구는 큰 진전을 보이지 않고 있다.

이상의 개괄적인 관찰로부터 본 논문에서는 비주얼라이제이션 스프레드시트에서 대용량 데이터집합을 조직적으로 유지관리하는 비주얼라이제이션 모델을 설계하고 설계한 모델에서 셀구조의 동적 재구성과 인터랙티브 유저인터페이스에 대하여 연구하였다.

III. 멀티미디어 스프레드시트 설계

대용량 데이터집합을 조직적으로 유지관리하는 비주얼라이제이션 모델은 1) 대용량 데이터집합의 효율적인 구성 및 관리, 2) 사용자 요구에 부응하는 신속한 실시간 셀의 동적 재구성, 3) 인터랙티브 유저인터페이스의 세

가지 세부 목표를 충족해야 한다.

1. 계층적 데이터집합 구조

[그림 1]은 계층적인 데이터집합 구조와 이에 매핑되는 비주얼라이제이션 모델을 보여준다. [그림 1]에서 비주얼라이제이션 영역은 임의의 책들, 스위트들, 셀들, 프레임들로 계층적으로 구성되며 각 스위트는 무한한 수의 셀들로 구성된다고 가정한다. 즉, 비주얼라이제이션 영역 V 는 n 개의 책 B_i 로 구성되며 B_i 는 N 개의 스위트 S_k 로 구성된다. S_k 는 $I \times J$ 개의 셀 C_{ij} 들로 구성되며 각 셀은 m 개의 프레임 F_l 로 구성된다. 셀 C_{ij} 에서 i 는 해당 스위트의 행(row) 개수, j 는 열(column) 개수를 의미한다. [그림 2]는 [그림 1]에서의 셀 C_{ij} 구조를 상세히 도식화한 것이다. 셀 C_{ij} 은 [그림 2]와 같이 다수의 프레임(데이터집합)들을 저장하는 프레임스택(framestack)으로 구성되며 프레임스택은 각 프레임을 양방향으로 연결시킨 이중연결리스트 구조로서 각 프레임은 다차원 데이터집합을 저장한다. 이때 데이터집합은 멀티미디어, 위성사진, 그래픽, 지형(terrain) 모형, 삼차원 볼륨(volume) 등이다.

제안한 모델에서 셀은 자신의 프레임스택을 활용함으로써 다차원 데이터집합에 효과적으로 애니메이션을 제공한다. 예를 들면 사용자가 애니메이션을 적용할 셀과 해당 셀의 프레임들을 선택한 후 루프함수(loop function)를 실행시키면 선택한 셀들은 동시에 애니메이션을 수행한다. 이때 사용자는 애니메이션 지연시간(delay time)을 지정하거나 동일한 셀 내에 여러 개의 서

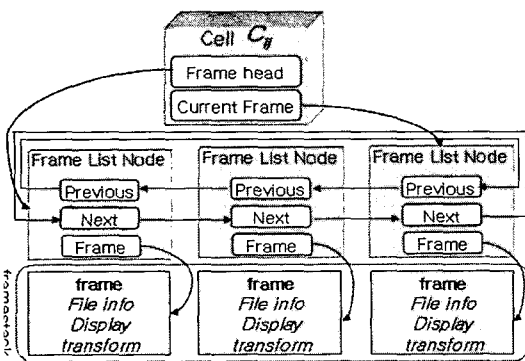


그림 2. 셀 구성도

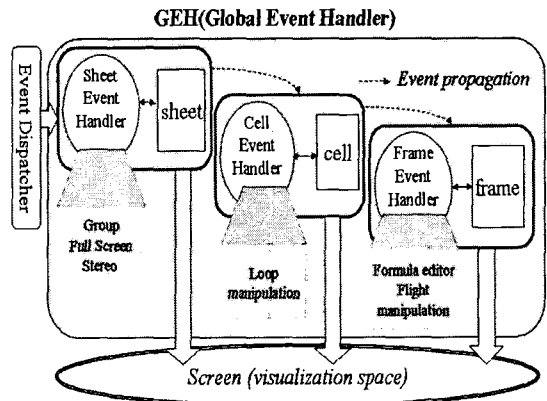


그림 3. 전역이벤트핸들링 인터페이스

브루프를 지정하는 등 루프함수를 응용하여 다양한 애니메이션 결과를 얻을 수 있다. 루핑은 문맥자유문법(Context Free Grammar)에 의해 다음과 같이 표기된다. 이때 S를 시작심볼이라고 하자.

$$S \rightarrow S \rho / \rho$$

여기서 ρ 는 $F_i^{\Delta k} \rightarrow F_{i+1}^{\Delta k}$ 과 $F_{i+1}^{\Delta k} \rightarrow F_i^{\Delta k}$ 으로 (i+1)번째 프레임 $F_{i+1}^{\Delta k}$ 는 i번째 프레임 $F_i^{\Delta k}$ 후에 보이며 i번째 프레임 $F_i^{\Delta k}$ 는 (i+1)번째 프레임 $F_{i+1}^{\Delta k}$ 후에 보임을 의미한다. Δk 는 프레임별 지연시간을 의미한다. 이상과 같이 제안한 모델은 스프레드쉬트의 이차원 레이아웃하에 셀당 프레임스택을 구비함으로써, 쉬트 레벨에서 구성요소인 셀 구조가 삼차원 레이아웃 구성과 동일한 구성을 갖도록 설계하였다.

2. 인터랙티브 유저인터페이스 설계

제안한 모델의 인터랙티브 유저인터페이스는 QT GUI(QT Graphic User Interface)를 사용하여 구현하였다. 이러한 인터페이스 구성으로 사용자는 어떠한 하드웨어 시스템에서도 제안한 모델을 사용할 수 있다.

2.1 전역이벤트 스케줄링을 통한 연산 적용

제안한 비주얼라이제이션 모델은 인터랙티브 유저인터페이스를 위하여 전역이벤트핸들링(global event handling) 기법에 따른다. 전역이벤트핸들링은 사용자가 별도의 패널이나 메뉴바를 선택하지 않고 키보드나 마우스를 통하여 이벤트를 발생시켜서 실행하는 방법으로 인터랙티브하게 데이터집합에 연산을 적용한다. [그림 3]은 전역이벤트핸들링에 의한 이벤트전달과 실행과정을 보인다. 먼저 사용자는 마우스나 키보드를 이용하여 이벤트를 요청한다. 이벤트지시자(event dispatcher)는 이벤트가 발생할 때마다, 자신의 큐에 이벤트를 적체한 후 해당 이벤트를 즉시 수행할지를 결정한다. 만약 이벤트가 이벤트핸들링 서비스를 요구하면 전역이벤트핸들러(global event handler)는 행동을 재개하며 탑 레벨인 쉬트에서 가장 낮은 레벨인 프레임까지 해당 이벤트를 전파(propagate)시킨다. 이벤트가 레벨별 이벤트 핸들러로

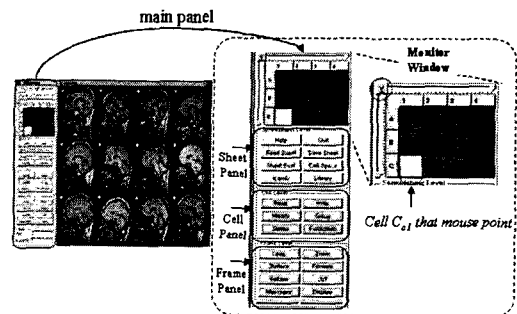
전파되는 동안 레벨별 이벤트핸들러는 자신이 처리해야 할 이벤트인지를 체크한다. 만약 자신이 수행할 이벤트인 경우, [그림 3]과 같이 레벨별 이벤트핸들러는 해당 쉬트, 셀, 혹은 프레임에 이벤트 요청을 적용한다. 전역 이벤트핸들러는 이벤트전파를 통하여 수행과정이 캡슐화 되어 처리되므로 사용자가 내부 사항을 알 필요 없이 작업이 순쉽게 수행된다.

2.2 다양한 직접조작 인터페이스

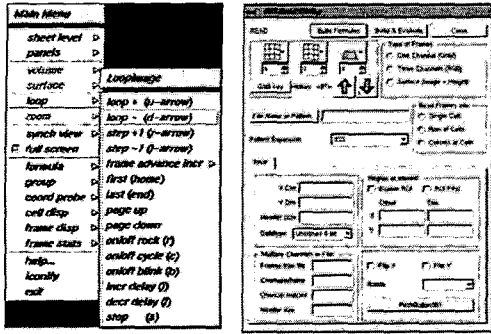
본 논문은 전역이벤트핸들링 이외에 직접조작인터페이스(direct manipulation interface)도 제공한다. 직접조작 인터페이스는 특정 셀을 선택 후 메뉴나 패널을 사용하여 연산자를 적용 및 조작한다. 이상의 인터페이스는 수치정보용 스프레드쉬트의 경우와 동일하다.

[그림 4]는 메인패널, 팝업메뉴와 읽기용 패널을 보여준다. [그림 4](a)는 제안한 비주얼라이제이션 모델의 메인화면중 메인패널 부분을 확대하여 보여준다. 메인패널은 비주얼라이제이션 영역의 전체 구성을 관리하는 패널이다. 그림과 같이 메인패널은 모니터윈도우와 레벨별 독립적인 패널인 쉬트패널, 셀패널, 그리고 프레임패널을 별도로 둠으로써, 레벨별 연산자를 직접 조작할 수 있다. 모니터윈도우는 전체 셀구조를 감독할 뿐 아니라 실시간에 셀구조를 재구성할 수 있다.

[그림 4](a)의 모니터윈도우를 통하여 비주얼라이제이션 영역은 3행 4열의 셀구조로 구성되고 현재 작업 중인 셀 위치가 셀 Cc1라는 사실을 모니터 윈도우의 동일한 위치가 하이라이트(highlight)됨으로 알 수 있다.



(a) 윈도우모니터를 구비한 메인패널



(b) Popup menu (c)read dialog on the cell level
 그림 4. 다양한 유저인터페이스

이외에도 제안한 모델은 모니터윈도우상의 특정 셀을 마우스로 더블클릭하면 해당 셀은 메인화면의 상위-맨 왼쪽(upper-leftmost) 위치에 재배치되는 기능도 제공한다. 모니터윈도우의 뷰(View) 풀다운 메뉴를 이용하면 실시간에 기존 셀구조에 일련의 셀집합을 추가 또는 삭제시켜 새로운 행이나 열을 삽입 또는 삭제할 수 있다. 이러한 기능으로 제안한 모델은 실시간에 셀을 동적으로 재구성할 수 있는 장점을 지닌다.

제안한 비주얼라이제이션 모델은 사용자와 시스템간 인터페이스를 위하여 전역이벤트핸들링과 직접조작인터페이스를 함께 제공한다. 전역이벤트핸들링 방식은 별도의 패널 없이 이벤트전파를 이용하여 신속하게 해당 데이터집합에 연산자를 적용할 수 있는 장점을 가진 반면, 직접조작 인터페이스는 초보자들에게 사용시 직관적이며 손쉽지만 다양한 기능들을 구현하기 위해 많은 메뉴 화면들을 생성해야 하는 불편함이 있다.

3. 종속성정보 분석 및 활용

정보 비주얼라이제이션은 일부 프레임(데이터집합)을 이용하여 서로 다른 여러 개의 프레임(데이터집합)들을 생성하는 작업을 자주 요구한다. 새로운 프레임의 생성 과정에서 서로 다른 데이터집합을 각각 생성하는 경우라도 중간 데이터집합(intermediate dataset)이 같을 경우가 자주 발생하는데 그때마다 같은 중간 데이터집합을 반복하여 생성하는 작업은 매우 소모적이며 불필요한 작업이다. 제안한 모델에서는 프레임별로 개별 정보를 저

장하여 새로운 데이터집합을 생성할 경우 필요시에 다른 프레임들의 정보를 활용하는 것을 승인한다. 예를 들어 새로운 프레임을 생성할 경우 필요한 중간과정을 모두 생성하지 않고 타 프레임들의 정보를 검색하여 자신에게 필요한 정보가 있는 지를 알아본다. 타 프레임의 정보에 대한 검색결과, 필요한 중간과정이 다른 프레임에 존재한다면 검색한 프레임을 이용하고 필요한 나머지 연산을 수행하여 최종 데이터집합을 신속히 획득할 수 있다. 이상의 실행방식은 같은 데이터집합을 반복하여 생성하는 단점을 줄이고 사용자와 시스템간 신속한 대화도 가능케 한다.

본 논문에서 각 프레임은 사용하는 데이터집합과 적용한 연산자정보를 텍스트형공식(formula)으로 나타낸다. 공식의 구성요소는 함수(fcn_name), 수식연산자(arithmetic infix operators), 프레임참조정보(frame references), 수치값들(numeric values), 문자열(text strings)과 수식그룹(expression grouping)이다. 프레임 공식은 아래와 같다.

| 프레임 공식 |
|---|
| fcn_name [A ₁ -V ₁ , A ₂ -V ₂ , ..., A _n -V _n] RC[[level]] |
| fcn_name [V ₁ , V ₂ , ..., V _n] RC[[level]] |

여기서 함수 fcn_name는 []안에 여러 개의 인수 Ai(argument)와 그에 대응하는 값 Vi(value)을 가지며 각 인수와 대응값은 화살표로 매칭된다. 이때 간단한 공식 구성을 위해서 인수 Ai는 생략하기도 한다. 그밖에 RC[[Level]]은 프레임위치인 셀과 프레임번호를 나타낸다. 여기서 R은 알파벳 순인 셀의 행번호이고 C는 자연수 순인 셀의 열번호이며 Level은 프레임스택내 프레임 위치를 의미한다. 괄호[]는 정보추출 연산자적용 범위를 지정한다.

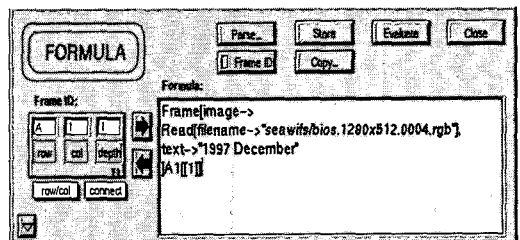


그림 5. Formula 판넬

[그림 5]의 프레임공식패널(formula panel)은 셀 C_{A1}에서 프레임 1의 정보를 보여준다: Frame[image→Read[file-name→"seawifs/bios.280.512.0004.rgb"],text→"1997 December"]A1[[1]]. 이 정보는 "seawifs/bios.280.512.0004.rgb" 파일(데이터집합)을 읽어서 셀 C_{A1}의 프레임스택 내 첫 번째 위치에 읽은 파일(이미지 데이터 집합)을 보임을 의미한다. 이때 C_{A1}는 더불어 텍스트 정보 "1997 December"도 제공한다. 사용자는 또한 프레임 공식패널의 정보를 읽거나 키보드를 통하여 공식패널에 명령을 기록함으로써 새로운 데이터집합을 생성시킬 수 있다.

본 논문에서는 새로운 데이터집합을 신속하게 생성하는 방안으로 프레임공식으로부터 얻어진 데이터플로우 다이어그램 DFD(Data Flow Diagram)을 이용한다. DFD는 자체 분석을 통하여 새로운 데이터집합의 생성이나 현재 데이터집합의 변경 등 중간과정에 활용되거나 셀간 자료종속성을 유지 및 관리에도 사용되어 동일한 연산자를 반복수행하는 작업을 최소화시킨다. [그림 6]은 프레임공식으로부터 DFD를 얻는 과정을 보여준다. 여기서 FVT(Formula Visual Translator)는 프레임별 공식정보로부터 데이터집합간 의존성정보를 추출하여 DFD를 생성한다. 생성된 DFD는 프레임간(셀간) 자료종속성정보를 제공한다. 그림을 통하여 C_{A3}의 첫 번째 프레임은 C_{A1}과 C_{D2}의 첫 번째 프레임을 사용하여 생성되었다. DFD의 활용은 동일 데이터집합을 필요할 때마다

반복 생성하는 것을 최소화하여 불필요한 작업을 방지할 수 있다.

IV. 다차원 데이터집합에 대한 적용사례

제안한 모델은 기존 비주얼라이제이션 스프레드쉬트와 비교해 볼 때 다차원 데이터집합의 조직적인 구성 및 관리를 지원할 때 효과적이다. 제안한 모델은 실행시간에 스프레드쉬트 구성요소인 셀들의 이차원 배열을 동적으로 재구성할 수 있을 뿐 아니라 셀마다 프레임스택을 구비하여 많은 수의 프레임들을 저장할 수 있다. 이러한 특징으로 인하여, 제안한 모델은 다차원 데이터집합을 효과적으로 캡슐화하고, 조직적으로 구성 및 유지할 수 있다. 본 단원에서는 다양한 과학분야의 데이터집합들의 그래픽렌더링을 통하여 제안한 모델이 우수한 인터랙티브 비주얼 부라우징 틀임을 증명하였다.

1. 실시간 셀의 동적 재구성

제안한 모델은 실행시에 셀의 동적 재구성을 가능케 하여 사용자에게 다양한 비주얼라이제이션 환경을 제공한다. 예를 들어 사용자가 행이나 열의 삽입이나 삭제요구할 경우 요구사항에 따라서 스프레드쉬트에 일련의 셀집합(열이나 행)을 삽입 또는 삭제시킬 수 있다. 이와 같은 인터랙티브 유저인터페이스는 사용자와 시스템간

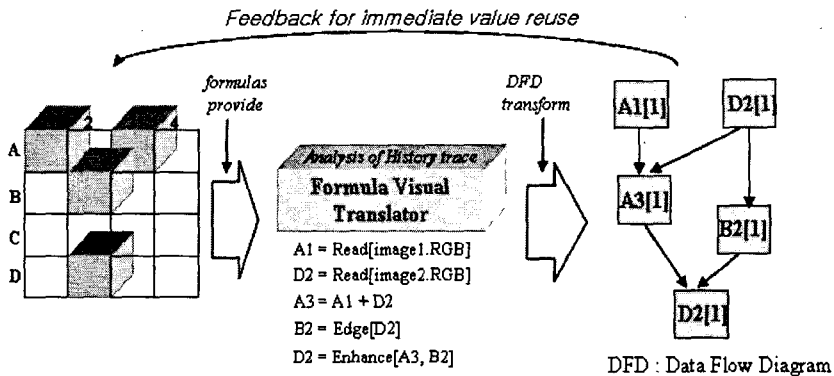


그림 6. FVT(Formula Visual Translator)를 활용한 데이터집합 종속성정보 분석

정보교환을 신속하게 수행할 수 있는 장점을 제공한다. 이외에도 셀의 동적 재구성은 다수의 데이터집합들의 일시적인 저장이나 삭제가 빈번한 환경에도 적합하다.

[그림 7](a)은 의학영상을 보여준다. 제안 모델은 2x3 셀행렬 구조로서 12개 셀들로 구성되며 각 셀은 서로 다른 사람의 머리영상을 보여준다[16]. 이때 이미지 프레임은 자기공명영상기술(MRI)에 의하여 구해진다. 예를 들어, 셀 C_{11} 는 '1/1'의 정보를 보여주는데, 이것은 프레임 스택의 총 프레임개수(1)중에서 첫 번째 프레임을 나타내며 텍스트정보 ".\1a"도 제공한다. 만약 사용자가 새로운 행이나 열의 삽입이나 기존 행이나 열의 삭제를 요청할 경우, 메인패널의 모니터윈도우의 조작에 의하여 인터랙티브하게 셀을 재구성할 수 있다.

2. 다양한 연산자 적용

제안한 모델은 데이터집합에 연산자를 적용하여 새로운 데이터집합을 신속하게 생성하고 다른 셀에 저장된 소스데이터집합과 하나의 영역에서 비교 및 분석할 수 있다. 대용량 데이터집합의 비주얼라이제이션은 다수의 셀을 그룹화시켜서 확보한 넓은 영역에서 가능하다.

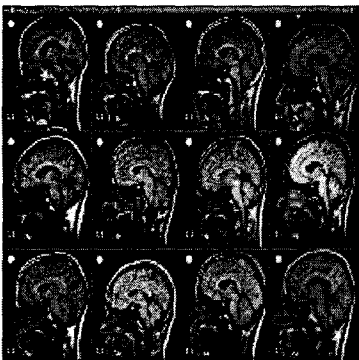
[그림 7](b)는 생물학적 이미지를 보여준다. 그림을 통하여 로버스트 매칭방법(robust matching method)을 이용한 텐서(tensor)를 사용하는 뿌리성장(root motion)을 확인하였다[16]. 두 번째 행의 마스크는 텐서방법으로부터 얻으며 원래 이미지에 마스크를 오버랩함으로써 성장 방향과 적용알고리즘의 성능을 평가할 수 있다. 제안한

모델은 2x3 셀행렬 구조로서 6개의 셀들로 구성되며 각 셀은 10개의 프레임을 저장한 프레임스택을 가지고 있다. 예를 들어 셀 CA1에서 보이는 텍스트정보 '1/10'은 프레임스택내 10개의 프레임 가운데 첫 번째 프레임을 지칭한다. 제안한 모델은 사용자에게 첫 번째 행에 있는 소스 데이터집합과 두 번째 행에 있는 마스크가 적용된 데이터집합을 동시에 비교분석할 수 있는 비주얼라이제이션 환경을 제공한다.

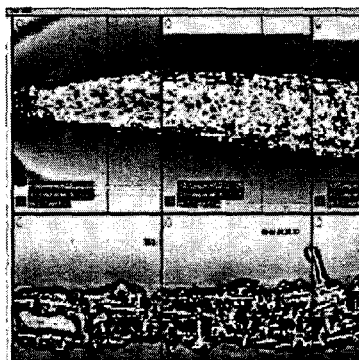
3. 프레임스택을 이용한 애니메이션

제안한 모델에서 셀은 자신의 프레임스택을 활용함으로써 효과적으로 애니메이션을 제공한다. 여기서 사용자는 애니메이션 지연시간을 지정하거나 동일한 셀에서 여러 개의 서브루프를 지정하는 등 루프함수를 응용하여 다양한 애니메이션을 제공할 수 있다.

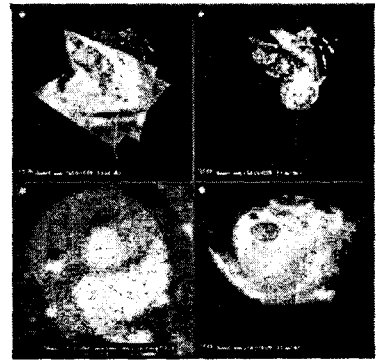
[그림 7](c)는 3차원 심장볼륨 이미지영상을 보여준다. 사용된 데이터집합은 심장사이클(cardiac cycle)을 통한 개의 심장에 대한 18개의 볼륨으로 구성되며 각 데이터 집합은 DSR(Dynamic Spatial Reconstructor) 기법을 이용하여 33.33m sec/volume으로 샘플화 된다[16]. 선명한 영상을 위해 좌심실을 통해 요오드화 조영제(iodinated contrast agent)를 관류시켜 각 볼륨은 좌심실의 장축을 일치시켜 측정했으며 다른 볼륨들과 일치시켰다. 각 볼륨은 110개의 슬라이스(slices)로 구성되며 각 슬라이스는 98x100 공간샘플이다. 공간해상도는 언사인드(unsigned) 8비트 데이터형식으로 저장된 각 voxel로



(a) 3x4 셀구조(머리영상)



(b) 2x3 셀구조(뿌리성장 영상)



(c) 2x2 셀구조(개의 심장 영상)

그림 7. 다차원 멀티미디어분야 응용 예제

0.925 x 0.925 x 0.925 mm³으로 균등하다. 셀 C₂는 심장 벽구조와 혈관들의 윤곽을 보여준다. C₁은 C₂에서 보이는 투명하고 균등한 표면으로 구성된 볼륨데이터의 수평, 수직 슬라이스를 보여준다. 셀 C_{B1}는 18볼륨시간주기의 첫 볼륨을 통한 수직 슬라이스의 흑백이미지를 보여준다. 그림과 같이 각 셀은 프레임스택내 프레임들에 루프함수를 적용하여 다양한 유형의 애니메이션을 제공한다.

제안한 비주얼라이제이션 모델은 이미지활용을 위하여 1) 실시간 셀의 동적 재구성, 2) 다양한 연산자 적용, 3) 프레임스택을 이용한 애니메이션을 신속하게 수행함을 증명하였다. 이외에도 제안한 모델은 인덱스화된 사전(indexed dictionary)처럼 관련이 있는 데이터집합들을 동일한 셀의 프레임스택이나 선택한 셀들에 조직적으로 구성하여 관리할 수 있는 장점을 지닌다. 이와 같은 인덱스화된 이미지 사전 기능은 다차원 데이터집합들을 활용한 신속한 애니메이션이나 일시적인 대용량 정보 등을 조직적으로 관리할 수 있는 큰 장점을 지닌다. 제안한 모델에서 사전기능을 최대화하기 위해서는 신속한 검색 기능과 자료종속성 자료의 체계적인 관리 등 다양한 기능들이 앞으로 연구되어야 할 부분이다.

V. 결 론

정보 비주얼라이제이션은 대용량 다차원 데이터집합의 시각화와 새로운 데이터집합의 생성과 활용에 관한 분야로서 오늘날 그에 대한 중요성이 크게 부각되고 있다. 정보 비주얼라이제이션을 위한 기존 이미지탐색들은 다양한 연산자 적용기법과 데이터집합간 자료종속성 유지관리를 집중적으로 연구하고 있으나 대용량 다차원 데이터집합의 조직적인 유지관리나 셀구조의 동적 재구성은 큰 연구진척이 없었다.

본 논문에서는 비주얼라이제이션 스프레드쉬트에서의 대용량 데이터집합의 효율적인 유지 및 관리하는 비주얼라이제이션 모델을 설계하고 연구하였다. 제안한 모델은 1) 대용량 데이터집합의 효율적인 구성 및 관리, 2) 사용자 요구에 부응하는 실시간 셀의 동적 재구성, 3) 사용자

와 시스템간 인터랙티브 유저인터페이스의 세 조건을 고려하여 설계하였다. 이를 위하여, 제안한 모델은 실시간에 재구성 가능한 셀단위 이차원 스프레드쉬트의 토대에 각 셀은 프레임스택을 구비하도록 설계하였다. 이상과 같이 설계된 모델은 스프레드쉬트의 이차원 레이아웃에 셀마다 프레임스택을 구비함으로써 각 쉬트가 삼차원 레이아웃의 구성과 동일한 효과를 갖는다.

제안한 모델은 계층적인 셀구성으로 인하여 다차원 데이터집합을 효과적으로 관리할 수 있을 뿐 아니라 조밀하게 캡슐화할 수 있으며 실시간에 셀의 동적 재구성을 가능케 하였다. 즉, 사용자가 새로운 행이나 열의 삽입이나 삭제를 요구할 경우 스프레드쉬트에 일련의 셀 집합(열이나 행)을 신속하게 삽입 또는 삭제시킬 수 있다. 제안한 모델은 신속한 유저인터페이스를 위하여 전역이벤트 핸들링과 직접조작 인터페이스를 함께 제공한다. 본 논문에서는 다양한 데이터집합의 그래픽 렌더링을 통하여 제안한 모델이 우수한 인터랙티브 비주얼 부라우징틀임을 증명하였다.

앞으로의 연구계획은 제안한 모델에 인덱스 기능을 추가시켜서 인덱스화된 이미지 사전으로 발전시킬 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서 셀에 저장된 특정 프레임임을 빠르게 검색기능, 자료종속성 자료의 체계적인 분석과 관리 및 대용량 데이터집합을 위한 피라미드 파일 포맷 기능 등은 지속적으로 연구해야 할 분야이다.

참 고 문 헌

- [1] B. Myers, J. Hollan, and I. Cruz ET AL, "Strategic directions in human-computer interaction," ACM Computing Surveys, Vol.28, No.4, pp.794-809, December, 1996.
- [2] M. Levoy, "Spreadsheets for Images," Proc. SIGGRAPH pp.139-146, July, 1994.
- [3] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: content based manipulation of image databases", J. International vision, Vol.3, No.3, pp.233-254, 1996.

- [4] A. Varshney and A. Kaufman, "FINESSE: a financial information spreadsheet," Proc. Information Visualization, pp.70-72, October, 1996.
- [5] E. H. Chi and J. T. Riedl, "An Operator interaction framework for visualization systems," Proc. IEEE symp on information Vis'98, pp.63-70, October, 1998.
- [6] E. H. Chi, J. T. Riedl, and J. Konstan, "Principles for information visualization spreadsheets," J. IEEE Computer Graphics and Applications, pp.30-38, July/August, 1998.
- [7] E. H. Chi, P. Barry, J. and J. Konstan, "A spreadsheet approach to information visualization," Proc. IEEE Information Visualization Symp, pp.17-24, 1997.
- [8] T. J. Jankun-Kelly and K. L. Ma, "Visualization exploration and encapsulation via a spreadsheet-like interface", IEEE transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.7, No.3, pp.275-287, July/Sep, 2001.
- [9] K. Palaniappan, A. F. Hasler, J. Fraser, and M. Manyin, "Network-based visualization using the distributed image spreadsheet(DISS)," Proc. The 17th Conference on IIPS, pp.399-403, 2001.
- [10] K. Palaniappan, A. F. Hasler, J. Fraser, and M. Manyin, "Exploratory analysis of satellite data using the interactive image spreadsheet(IISS) environment," Proc. The 9th Conference on IIPSMOH, pp.145-151, 1993.
- [11] J. Marks, B. Andalman, and et, "Design galleries: A general approach to setting parameters for computer Graphics and animation," Proc. SIGGRAPH, pp.17-24, 1997.
- [12] W. L. Hibbard, B. E. Paul, D. A. Santek, and et, "Interactive visualization of earth and space science computations," J. IEEE computer, pp.65-69, July, 1994.
- [13] A. S. Jacobson, A. L. Berkin, and M. N. Orton, "LinkWinds: interactive scientific data analysis and visualization," J. Communications of the ACM, Vol.37 No.4, pp.43-52, 1994.
- [14] J. C. Platt, M. Czerwinski, and B. Field, "Photoc: automatic clustering for browsing personal photographs," Microsoft Research Technical Report MSR-TR-2002-17, 2002.
- [15] J. Platt, "Autoalbum: clustering digital photographs using probabilistic model merging," Proc. IEEE Workshop on Content -Based Access of Image and Video Libraries 2000, pp.96-100, 2000.
- [16] <http://meru.cecs.missouri.edu/>

저자 소개

지 승 현(Sung-Hyun Jee)

정희원



- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 박사
- 2001년 1월~2002년 2월 : 미국 미주리주립대(U.S.A) 박사후 해외연수과정 수료
- 2002년 3월~2003년 3월 : 미국 미주리주립대(U.S.A) 연구교수

- 1999년 3월~2005년 8월 : 천안외국어대학 디지털정보학부 교수
- 2005년 9월~현재 : 한국산업기술대학교 교양학과(전산전공) 교수

<관심분야> : HCI, 디지털콘텐츠, 멀티미디어응용, 멀티미디어프로세서구조, 인베디드 시스템, 유비쿼터스, 센서네트워크