

의료영상 저장 전송 시스템에서 영상 데이터의 동적 이동 기법

이순희^U 윤홍원
신라대학교 컴퓨터정보공학부
hwyun@silla.ac.kr

Dynamic Migration Strategy of Image Data in PACS

Soon-Hee Lee^U Hong-Won Yun
Dept. of Computer Science, Silla University

요 약

의료영상 저장 전송 시스템에서 환자의 이력 영상은 시간이 지나면서 데이터의 양이 급격히 증가하므로 자기 디스크에서 제 3의 저장 장치로 데이터를 옮기고 있다. 일정한 보존 기간이 경과하면 옮기는 기존의 이동 방법은 곧 검색될 영상을 자기 디스크에서 제 3의 저장 장치로 옮길 가능성이 높다. 이 문제점을 해결하기 위해서 이력 영상의 검색 속도를 향상시키는 두 가지 이동 기법 AIP와 EAIP 제안하였다. 두 기법 모두 기존의 방법보다 검색 속도가 우수하였다. 제안하는 두 가지 이동 기법 사이의 질의 처리 속도를 비교하였는데 EAIP가 우수하였다. 또한, EAIP 이동 기법을 이용한 이동 실행기를 구현하였다.

1. 서론

의료 영상 저장 전송시스템은 많은 양의 의료 영상 데이터를 다루기 위해서 영상 획득부, 영상 전송부, 영상 저장부 및 데이터베이스, 영상 표시부의 소프트웨어와 하드웨어로 구성된다. 영상 저장부는 의료 영상을 보관하는 부분으로 효율적인 검색과 저장을 위하여 영상을 주로 단기 저장 장치와 장기 저장 장치로 나누어 저장한다. 판독이 끝난 영상이나 일정한 보존 기간이 지난 영상은 자기 디스크에서 삭제하고 제 3의 저장장치로 옮겨서 오프라인으로 저장한다[1, 2, 3].

진단 방사선과, 신경과, 그리고 신경외과 등의 환자는 일정 기간마다 재 촬영하고 이전에 촬영해서 저장해 둔 의료 영상과 비교하는 과정이 필요하다. 단기 저장 장치에서 보존 기간이 경과되면 장기 저장 장치로 의료 영상을 옮기는 지금의 이동 방법에 의하면, 어떤 환자의 의료 영상이 단기 저장 장치에서 장기 저장 장치로 옮겨진 뒤에 비교에 쓰이기 위해서 곧 단기 저장 장치인 자기 디스크로 다시 가져와야 할 가능성이 크다. 또한 일정 기간 동안에 여러 번에 걸쳐 촬영한 영상은 비록 한 환자의 영상이라 할 지라도 서로 다른 CD에 저장될 가능성이 크다[3, 4].

지금까지 의료 데이터베이스에서는 일정한 보존 기간이 경과하면 의료 영상을 옮기도록 하고 있으며 효율적인 의료 영상의 이동 구조나 기법에 대한 연구는 거의 없었다. 본 논문에서는 의료 영상을 자기 디스크에서 제 3의 저장장치로 옮기는 경우에 검색 속도를 향상시킬 수 있는 효율적인 이동 기법을 제안하고 구현한다.

2. 동적인 이력 의료영상 이동 기법

환자의 기록에는 환자 정보와 의료 영상 데이터가 들어가는데 환자의 기록과 관련된 데이터는 주 키, 시간 데이터, 키가 아닌 주 데이터, 이차 데이터 등으로 나눌 수 있다. 주 키는 레코드를 구분하고 시간 데이터는 유효 시간, 트랜잭션 시간, 또는 사건 시간 중에서 어떤 것이 될 수 있다. 키가 아닌 주 데이터는 환자의 기본 정보를 나타내고 이차 데이터는 환자의 현재 상태나 시간이 경과하면서 달라진 상태 데이터를 말한다. 이차 데이터는 시간이 지나면서 계속 추가될 수 있는 특성을 가지고 있다. 본 논문에서는 의료 영상이 기록된 시간을 나타내기 위해서 트랜잭션 시간을 사용한다.

본 논문에서 제안하는 두 가지 이력 영상 이동 기법에 사용되는 기호와 의미는 다음과 같다.

- T_{now} : 현재 시각
- T_0 : 전체 시간 범위의 시작 시각

이 연구는 1999년도 신라대학교 연구비로 이루어졌음.

- E_{ij} : 개체 버전 E_{ij} 의 j 번째 버전
 - $E_{ij} \cdot T$: 개체 버전 E_{ij} 의 트랜잭션 시각(시점)
- 개체 버전의 영상 기록 트랜잭션 시간 간격의 평균을 이용해서 가변적인 분리 기준 시점을 찾는 평균 간격 분리 기법과, 비교 판정하기 위한 영상으로 채택될 가능성이 높은 영상을 찾아 자기 디스크에 그대로 두는 연장된 평균 간격 분리 기법은 다음절에서 살펴본다.

(1) AIP에 의한 이동 기법

AIP(Average Interval Partitioning)에 의한 이동 기법에서 이력 의료 영상 중에서 이동 대상이 되는 개체 버전은 최근의 트랜잭션 시간 간격이 평균 트랜잭션 시간 간격보다 큰 개체 버전이 된다. AIP에서 사용되는 식을 정의하면 다음과 같다.

개체 버전 E_{ij} 의 트랜잭션 시간 간격을 $E_{ij} \cdot T_i$ 라고 하고 다음과 같이 정의한다.

$$E_{ij} \cdot T_i = E_{ij+1} \cdot T - E_{ij} \cdot T$$

개체 버전들의 트랜잭션 시간 간격의 집합을 I 라고 하고 다음과 같이 정의한다.

$$I = \{ E_{i1} \cdot T_i, E_{i2} \cdot T_i, \dots, E_{ij} \cdot T_i, \dots, E_{mn} \cdot T_i \}$$

트랜잭션 시간 간격의 집합 I 에서 트랜잭션 시간 간격의 개수는 다음과 같이 정의한다.

$$|\{ E_{i1} \cdot T_i, E_{i2} \cdot T_i, \dots, E_{ij} \cdot T_i, \dots, E_{mn} \cdot T_i \}| = n = |I|$$

개체 버전들의 전체 시간 범위 T_0 에서 T_{now} 까지 평균 트랜잭션 시간 간격(줄여서 “평균 간격(average interval)”이라고 한다)은 다음과 같다.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{ij} \cdot T_i / n = l$$

광 디스크 영역을 C , 자기 디스크 영역을 D 라고 하면 C 와 D 를 나누는 기준 시각 B_l 는 다음과 같이 정의한다.

$$B_l = T_{now} - l$$

C 와 D 를 나누는 기준 시각을 B_l 이라고 하면 C 에 포함되는 개체 버전의 집합과 D 에 포함되는 개체 버전의 집합은 각각 다음과 같다.

• C 에 포함되는 개체 버전의 집합

$$C(E) = \{ E_{ij} \mid E_{ij} \cdot T < B_l \}$$

• D 에 포함되는 개체 버전의 집합

$$D(E) = \{ E_{ij} \mid (B_l \leq E_{ij} \cdot T \leq T_{now}) \}$$

C 와 D 를 나누는 기준 시각 B_l 이 적용되어서 D 에서 C 로 개체 버전을 옮기는 경우에 옮김의 대상이 되는 개체 버전의 집합은 다음과 같다.

$$M(E) = \{ E_{ij} \in D(E) \mid E_{ij} \cdot T < B_l \}$$

C 와 D 에 들어 있는 개체 버전의 수를 각각 p , q 라고 하면 p 와 q 는 다음과 같다.

$$p = |C(E)| \quad q = |D(E)|$$

(2) EAIP에 의한 이동 기법

EAIP(Expanded Average Interval Partitioning) 기법은 비교 판정하기 위한 영상으로 채택될 가능성이 높은 영상을 찾아 자기 디스크에 그대로 두는 기법으로 AIP 기법을 확장한 것이다. AIP 기법은 평균 시간 간격에 의해 자기 디스크에서 광 디스크로 옮기는 방법이지만, EAIP 기법은 자기 디스크에 들어가는 개체가 AIP에 의해 자기 디스크에 들어가는 개체와 최근 개체 버전이 평균 간격(l) 내에 있는 개체 버전을 포함한다.

어떤 개체의 첫 버전을 E_{i1} , 어떤 개체의 마지막 버전(최근 버전)을 E_{in} 이라고 한다. 광 디스크 영역을 C , 자기 디스크 영역을 D 라고 하면 C 와 D 에 포함되는 개체 버전의 집합을 정의하면 다음과 같다.

• C 에 포함되는 개체 버전의 집합

$$G(E) = \{ E_{ij} \mid \neg (E_{ij} \in D(E) \vee (B_l - Ein \cdot T \leq l)) \}$$

• D 에 포함되는 개체 버전의 집합

$$H(E) = \{ E_{ij} \mid E_{ij} \in D(E) \vee (B_l - Ein \cdot T \leq l) \}$$

C 와 D 를 나누는 기준 시각을 B_m 이라고 하면 B_m 은 다음과 같이 정의한다.

$$B_m = \min \{ E_{ij} \cdot T \in H(E) \}$$

B_m 은 AIP에서 C 와 D 를 나누는 기준 시점인 B_l 보다 크게 되므로 EAIP는 AIP보다 D 의 시간 범위가 크게 된다. AIP에서 D 에 들어가는 개체 버전의 시간 범위를 R_a , EAIP에서 D 에 들어가는 개체 버전의 시간 범위를 R_e 라고 하면 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$R_e - R_a \geq 0$$

$R_e - R_a = d$ 라고 하면 $0 \leq d \leq l$ 이 성립한다. AIP 기법과 EAIP 기법에서 D 에 포함되는 개체 버전의 개수를 각각 정의하면 다음과 같다.

$$|D(E)| = r, \quad |H(E)| = s$$

따라서 $R_e - R_a \geq 0$ 이므로 $s - r \geq 0$ 이 성립한다.

시간 범위 B_l 과 B_m 의 범위를 $R(B)$ 라고 하면 $R(B)$ 은 다음과 같이 정의한다.

$$R(B) = [B_l, B_m]$$

T_0 에서 T_{now} 까지 시간 범위에서 발생하는 질의의 확률을 l 이라고 하고, $R(B)$ 을 대상으로 하는 질의의 확률을 P_q , 전체 질의의 개수를 Q_n 이라고 한다. 광 디스크의 데이터 전송 시간을 T_{cd} , 자기 디스크의 데이터 전송 시간을 T_{disk} 라고 하면 AIP와 EAIP에서 $R(B)$ 을 대상으로 하는 질의 처리 시간은 각각 다음과 같다.

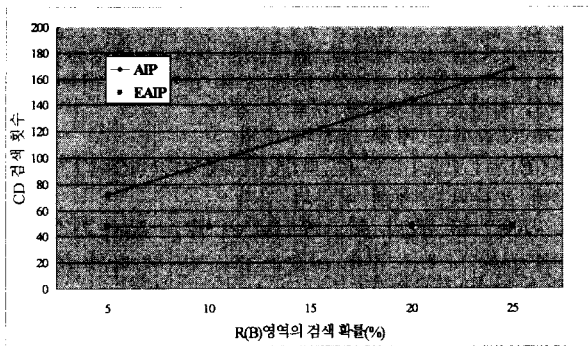
$$T_{aip} = P_q \times T_{cd} \times Q_n$$

$$T_{eaip} = P_q \times T_{disk} \times Q_n$$

$T_{cd} > T_{disk}$ 이므로 EAIP가 AIP보다 질의 처리 시간이 적음을 알 수 있다.

3. 성능분석 및 구현

600병상을 운영하는 병원에서 연간 촬영하는 의료 영상의 크기가 1,784GB정도인 경우에 매주 38GB의 영상이 만들어지는 셈이고 매일 6GB정도의 영상이 만들어진다. 한 장의 방사선 영상은 평균적으로 10MB이므로 하루에 약 600번 정도의 촬영이 있다고 볼 수 있다. $R(B)$ 영역은 앞에서 정의했던 B_m 과 B_l 사이를 뜻한다. 이 논문에서는 이 중에서 80%정도의 검색이 있다고 가정하고 $R(B)$ 의 영역에 해당하는 질의의 확률을 변화하면서 CD를 검색하는 회수와 자기 디스크를 차지하는 공간을 비교하였다. 그림 1은 질의 처리 속도 면에서 두 기법의 성능을 비교한 것을 나타낸 것인데, $R(B)$ 영역의 검색 확률이 커질수록 AIP는 CD를 검색하는 회수가 증가하므로 EAIP의 질의 처리 속도가 빠름을 알 수 있다.



[그림 1] CD 검색 회수 비교

제안한 EAIP에 의한 이동 기법은 NT용 Oracle Workgroup Server 7.3에서 구현하였다. 이동 실행기는 PL/SQL과 파워빌더로 개발하였다. 그림 2는 이동 실행기를 수행한 결과를 보여 주고 있다. 보관일은 현재 날짜(10월 20일)로부터 의료 영상 데이터가 저장된 보관일을 보여주는 것이고, 평균 보관일은 보관일에 대한 평균값을 보여주는 것이다. 그림 3은 이동 대상인 개체를 이동한 뒤의 결과를 나타낸 것이다.

ID	이름	1999/09/02	1999/09/25	1999/10/01	1999/10/12	1999/09/29	1999/10/03	1999/10/11	1999/09/29	1999/09/06	1999/09/22	1999/09/28	1999/10/01	1999/09/29	1999/10/07	1999/09/25	1999/10/09	1999/10/13	1999/09/19	1999/09/29	1999/10/08
1001	accot	38	11	12	8	26	17	21	21	44	29	21	12	26	12	7	22	15	22	20	14
1002	jones																				
1003	ford																				
1004	kim																				
1005	ada																				
1006	you																				

[그림 2] 이동 실행기 수행 결과

ID	이름	1999/10/11	1999/09/22	1999/09/29	1999/10/11	1999/09/29	1999/10/07	1999/09/30	1999/10/08	1999/10/01	1999/10/11	1999/10/25	1999/10/07	1999/10/12
1002	jones	11	12	8	26	17	21	21	44	29	21	12	26	12
1003	ford													
1004	kim													
1005	ada													
1006	you													
1007	park													
1009	kim													

[그림 3] 이동을 수행 뒤의 결과

4. 결론

의료영상 저장 전송 시스템에서 환자의 이력 정보인 의료 영상 시간의 지나면서 데이터의 양이 급격히 증가하므로 일정한 보존 기간이 지나면 자기 디스크에서 제 3의 저장 장치로 데이터를 옮기고 있다. 일정한 기간이 지나면 옮기는 방법은 곧 검색 대상이 될 영상을 자기 디스크에서 제 3의 저장장치로 옮길 가능성이 높고 일정한 기간 동안에 여러 번에 걸쳐 촬영한 동일한 환자의 영상이 서로 다른 여러 개의 CD에 산재할 가능성이 크다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 첫 번째 문제점을 해결하기 위해서 이력 영상의 검색하는 속도를 향상시키는 효율적인 두 가지 이동 기법을 제안하였다. 개체 버전의 영상 기록 트랜잭션 시간 간격의 평균을 이용해서 가변적인 분리 기준 시점을 찾는 AIP 기법과, 비교 판정하기 위한 영상으로 채택될 가능성이 높은 영상을 찾아 자기 디스크에 그대로 두는 EAIP 기법을 제안하였다.

두 기법 사이의 질의 처리 속도 비교에서는 EAIP가 AIP보다 우수하였다. 기존의 일정한 보존 기간이 경과하면 이동하는 방법에서 일정한 보존 기간이, 가변적인 이동 기간을 가지는 AIP에서 기간과 비슷하다고 가정하면, EAIP의 질의 처리 속도가 기존 방법보다는 월등히 우수함을 알 수 있다. 또한, 제안한 EAIP 이동 기법을 적용해서 이동 실행기를 구현하였다.

5. 참고 문헌

- [1] 탁계래, 김우생, 이상범, 의료영상 저장 전송 시스템 (PACS)의 발전 및 연구 동향, 정보과학회지, 제16권, 제12호, pp. 6-12, 1998.
- [2] 송근식, 신명진, 이수현, 이주희, 오용호, 서울대학교 병원의 PACS 개발 활용, 대한PACS학회 학술대회 초록집, pp. 12-17, 1997.
- [3] 윤 홍원, 이 순희, 의료영상 저장 전송 시스템에서 데이터 이동 서브시스템의 구조, 한국멀티미디어학회, '99춘계학술발표논문집.
- [4] 이 순희, 윤 홍원, 의료 데이터베이스에서 이력 영상의 효율적인 관리를 위한 이동 기법, 한국정보처리학회, '99가을학술발표논문집
- [5] 윤 홍원, 김 경석, 시간지원 데이터베이스에서 자료의 이동을 고려한 저장방법의 성능 평가, 한국정보과학회논문지, 25권 5호, pp. 756-767, 1998. 5.
- [6] 윤 홍원, 김 경석, 시간단위와 LST-GET에 의한 시간지원 데이터의 이동 기법, 한국멀티미디어학회 논문지, 제2권 제1호, pp. 9-21, 1999. 3.
- [7] E.H. Shortliffe, and L. E. Fagan, Medical Informatics: Computer Applications in Health Care, Addison-Wesley Publishing Co., 1990.
- [8] R. Martinez et al, Image Database Archive Design Using Parallel Architecture and Expert Systems, SPIE Vol. 914, Medical Imaging II, 1988.
- [9] H.Yun and K.Kim, Experimenting with Segmentation and Non-segmentation Methods for Storing Temporal Data, Proceeding of CNDIS'98, San Diego, CA, pp. 113-118, January 1998.