데이터 모델과 성능

성능 데이터 모델링의 개요

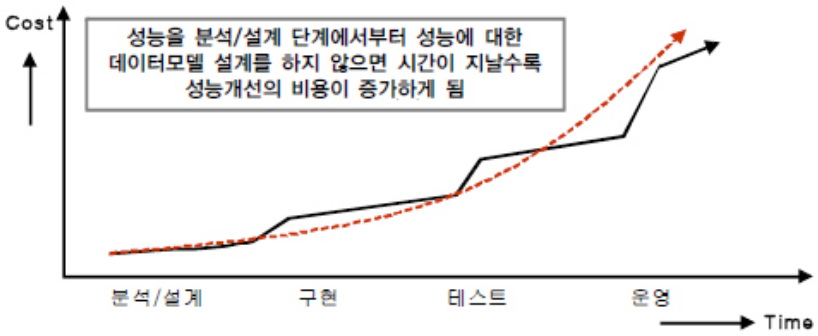
1. 성능 데이터 모델링의 정의

- 데이터를 처리하는 속도는 기업의 의사결정의 속도가 빨라짐에 따라 처리하는 속도 역시 빨라져야 할 필요성을 반증해준다.
  - 성능저하 요인
    - 데이터가 대용량이 됨으로 어느정도 불가피한 성능저하 측면이 있음
    - 인덱스 특성을 충분히 고려하지 않아 무작정 인덱스를 생성해감으로 인해 성능저하
    - 데이터 모델 구조적 문제에 의한 원초적 성능저하

성능 데이터 모델링이란 데이터베이스 성능향상을 목적으로 설계단계의 데이터 모델링 때부터 성능과 관련된 사항이 데이터 모델링에 반영될 수 있도록 하는 것이다.

2. 성능 데이터 모델링 수행시점

- 프록젝트 진행단계 중, 사전에 할수록 비용이 들지 않는다.
- 특히, 분석/설계 단계에서 성능데이터 모델링 수행 시 Rework Cost 를 최소화 할 수 있는 **기회**를 가지게 된다.



[그림 Ⅰ-2-2] 성능 향상 그래프

3. 성능 데이터 모델링 고려사항

- **데이터 모델링을 할 때 정규화를 정확하게 수행한다.**
- **데이터베이스 용량산정을 수행한다.**
- **데이터베이스에 발생되는 트랜잭션의 유형을 파악한다.**
- **용량과 트랜잭션의 유형에 따라 반정규화를 수행한다.**
- **이력모델의 조정, PK/FK 조정, 슈퍼타입/서브타입 조정 등을 수행한다.**
- **성능관점에서 데이터 모델을 검증한다.**

데이터 모델과 성능

정규화의 성능

- 정규화(Normalization)

	UNF (1970)	1NF (1971)	2NF (1971)	3NF (1971)	EKNF (1982)	BCNF (1974)	4NF (1977)	ETNF (2012)	5NF (1979)	DKNF (1981)	6NF (2003)
Primary key (no duplicate tuples)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
No repeating groups	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Atomic columns (cells have single value)	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
No partial dependencies (values depend on the whole of every Candidate key)	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
No transitive dependencies (values depend only on Candidate keys)	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Every non-trivial functional dependency involves either a superkey or an elementary key's subkey	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	N/A
No redundancy from any functional dependency	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	N/A
Every non-trivial, multi-value dependency has a superkey	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	N/A
A component of every explicit join dependency is a superkey[8]	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	N/A
Every non-trivial join dependency is implied by a candidate key	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	N/A
Every constraint is a consequence of domain constraints and key constraints	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	N/A
Every join dependency is trivial	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓

  - UnNormalizedForm 을 기준으로 1 – n Normalized Form 에 대한 조건 표
  - 실무에서는 주로 3NF 까지를 주로 사용
- 제 1 정규화 : 원칙은 Atomic columns
  - 조건으로는 각 콜룸이 더 이상 쪼갤 수 없는 1 개의 값만을 가져야 한다

Unnormalized form

topic

title	type	description	created	author_id	author_nam	author_prof	price	tag
MySQL	paper	MySQL is ..	2011	1	kim	developer	10000	rdb, free
MySQL	online	MySQL is ..	2011	1	kim	developer	0	rdb, free
ORACLE	online	ORACLE is	2012	1	kim	developer	0	rdb, commercial

First normal form

topic

title	type	description	created	author_id	author_nam	author_prof	price
MySQL	paper	MySQL is ..	2011	1	kim	developer	10000
MySQL	online	MySQL is ..	2011	1	kim	developer	0
ORACLE	online	ORACLE is	2012	1	kim	developer	0

topic_tag_relation

topic_title	tag_id
MySQL	1
MySQL	2
ORACLE	1
ORACLE	3

tag

id	name
1	rdb
2	free
3	commercial

[제 1 정규화에 대한 과정 나열] : 핵실 내용은 Mapping Table(연결테이블)을 만드는 것이다

Second normal form

topic

title	description	created	author_id	author_name	author_profile
MySQL	MySQL is ...	2011	1	kim	developer
ORACLE	ORACLE is ...	2012	1	kim	developer

topic_type

title	type	price
MySQL	paper	10000
MySQL	online	0
ORACLE	online	0

- 제 2 정규화 : 원칙은 No Partial dependencies 즉, 부분 종속성이 없어야한다.
  - 문제점은 **부분종속성으로 인한 중복데이터가 발생한다는 것**
  - 해결책
    - 중복키를 통한 PK 중 영향을 미치는 키와 함께 따로 고유의 테이블을 생성하여 해결

Second normal form

topic

title	description	created	author_id	author_name	author_profile
MySQL	MySQL is ...	2011	1	kim	developer
ORACLE	ORACLE is ...	2012	1	kim	developer

topic_type

title	t
MySQL	p
MySQL	c
ORACLE	c

Third normal form

author

id	author_name	author_profile
1	kim	developer

topic

title	description	created	author_id
MySQL	MySQL is ...	2011	1
ORACLE	ORACLE is ...	2012	1

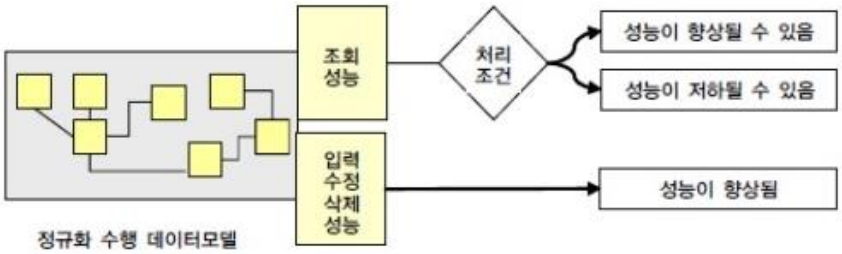
- 제 3 정규화 : 원칙은 No transitive dependencies 즉, 이행적 종속성이 없음을 만족하는 정규화
  - 이행적 종속성의 의미는, 각 속성이 이행적으로 종속되어 있음을 의미한다. 예를 들어 위 경우에서는 author_id 가 title 에 의존하고 있고 autor_name 과 author_profile 은 author_id 에 의존하고 있음을 확인할 수 있다.
    - **추가적으로 만약 author_id 가 없어서 PK 및 FK 를 줄 수 없는 상황이고, 이행종속성을 발견했다면, 내부적으로 식별자를 생성하여 문제를 해결하면 된다.**

➢ ***여기부터 이론적 배경정리***

1. 정규화를 통한 성능 향상 전략

- 기본적으로 데이터 모델링을 하면서 정규화를 하는 것은 **기본적으로 데이터에 대한 중복성을 제거**하여 주고 **데이터가 관심사별로 처리**되는 경우가 많기 때문에 성능이 향상되는 특징을 가지고 있다 ********
- **성능의 구분**
  - **조회성능**
  - **입력/수정/삭제 성능 두 부류로 구분된다.**
    (두 성능이 Trade off 되는 경우 많음)
- 정규화를 수행한다는 것은 데이터를 결정하는 **결정자**에 의해 **함수적 종속**을 가지고 있는 **일반속성**을 **의존자**로 하여 **입력/수정/삭제 이상을 제거하는 것이다**.
  키워드 : 결정자, 함수적 종속, 일반속성을 의존자로
- 결정자에 의해 동일한 의미의 일반속성이 **하나의 테이블로 집약**되므로 **한 테이블의 데이터 용량이 최소화**되는 효과가 있다.

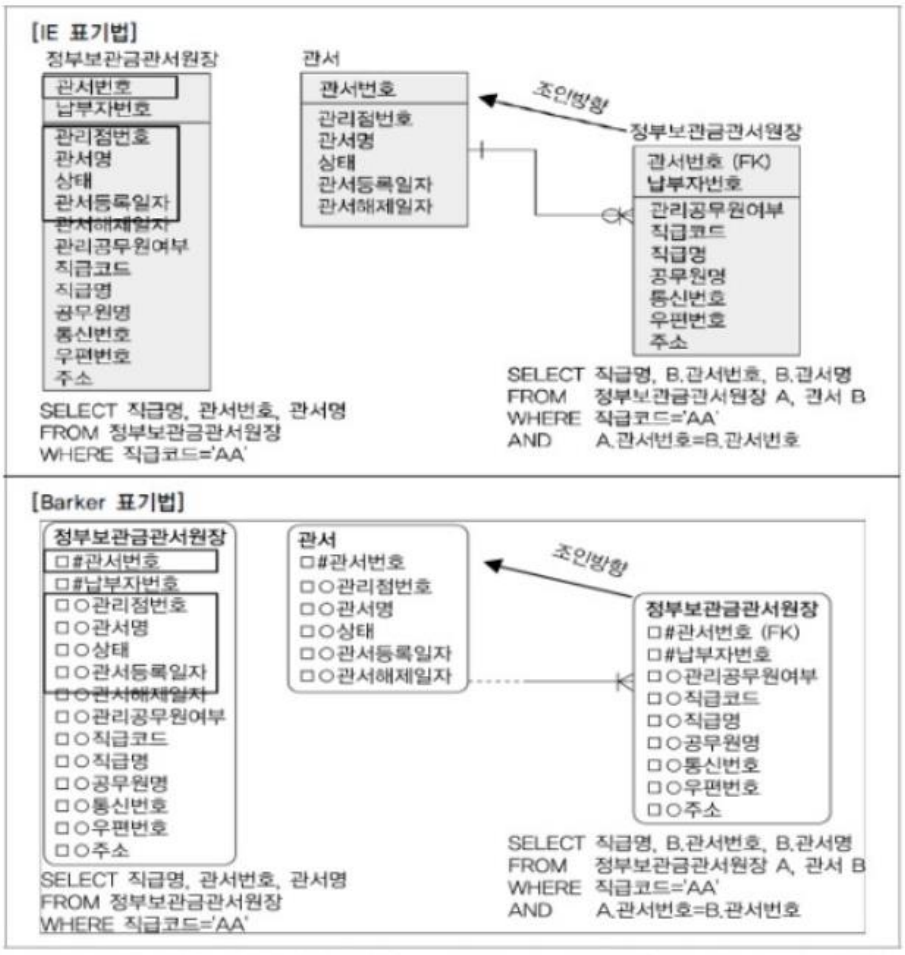
따라서 정규화된 테이블은 데이터를 처리할 때 속도가 빨라질 수도 있고 **느려질 수도 있는 특성이 있다,**



일반적으로 정규화를 수행해야 데이터처리의 성능이 향상되며
데이터의 조회처리 트랜잭션시에 성능저하가 나타날 수 있음

[그림 Ⅰ-2-3] 정규화 수행과 성능

2. 반정규화된 테이블의 성능저하 사례 1 : 반정규화가 오히려 성능저하



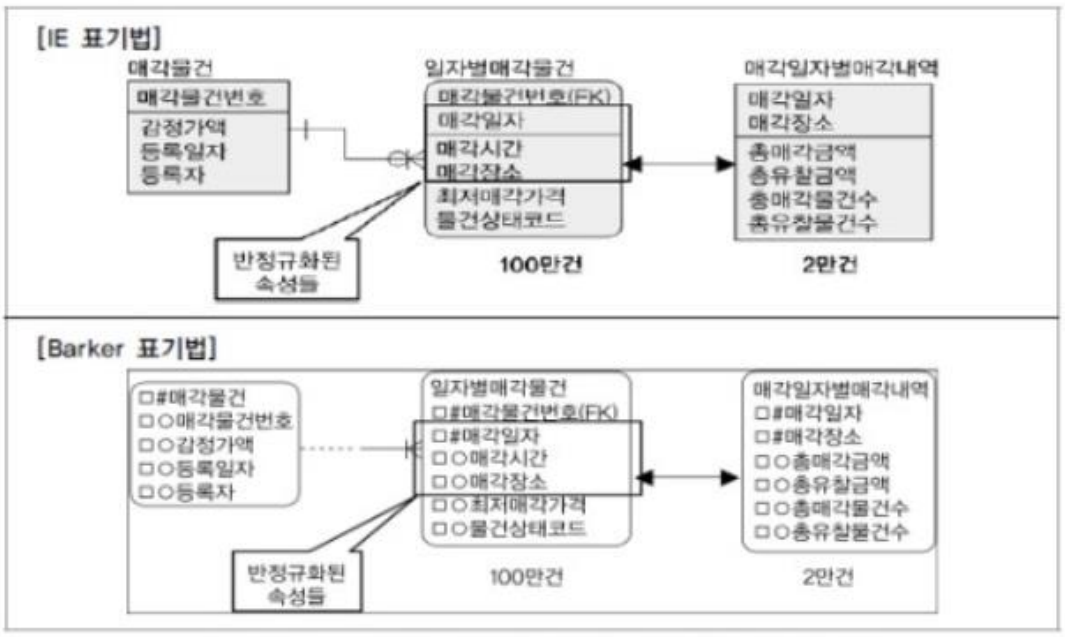
2차 정규화를 적용한 테이블에서 조회해도 PK Unique Index를 이용 조인성능저하는 미미함

[그림 Ⅰ-2-5] 정규화와 SQL

왼쪽 테이블에서는 불필요하게 **납부자번호 만큼 누적**된 데이터를 읽어서 **결과를 구분하**여 보여주어야 하지만 **오른쪽**은 **관서수 만큼만 존재하는 데이터를 읽어 곧바로 결과를 보여주기 때문이다.** 이렇게 단순한 예만 보아도 정규화를 수행하면 무조건 조회성능이 저하된다는 고정관념이 틀렸다는 것을 알 수 있다.

3. 반정규화된 테이블의 성능저하 사례 2
   - Case 정의 :

매각일자가 결정자가 되고 매각시간과 매각장소가 의존자가 되는 함수적 종속관계가 형성되는 관계이다. 매각일자는 5 천 건이 있고 일자별매각물건은 100 만 건이 있는 것으로 가정하자.



특정 매각장소에 대해 매각일자를 찾아 매각내역을 조회하려면
100만 건의 데이터를 읽어 매각일자를 DISTINCT하여 매각일자별매각내역과 조인이 된다.

[그림 Ⅰ-2-6] 반정규화된 데이터 모델

Slect b.총매각금액, b.총유찰금액

From (select distinct 매각일자 from 일자별매각물건 where 매각장소='서울 7 호'), << 우선 100 만건의 데이터를 읽어 Distinct 함

매각일자내역 b

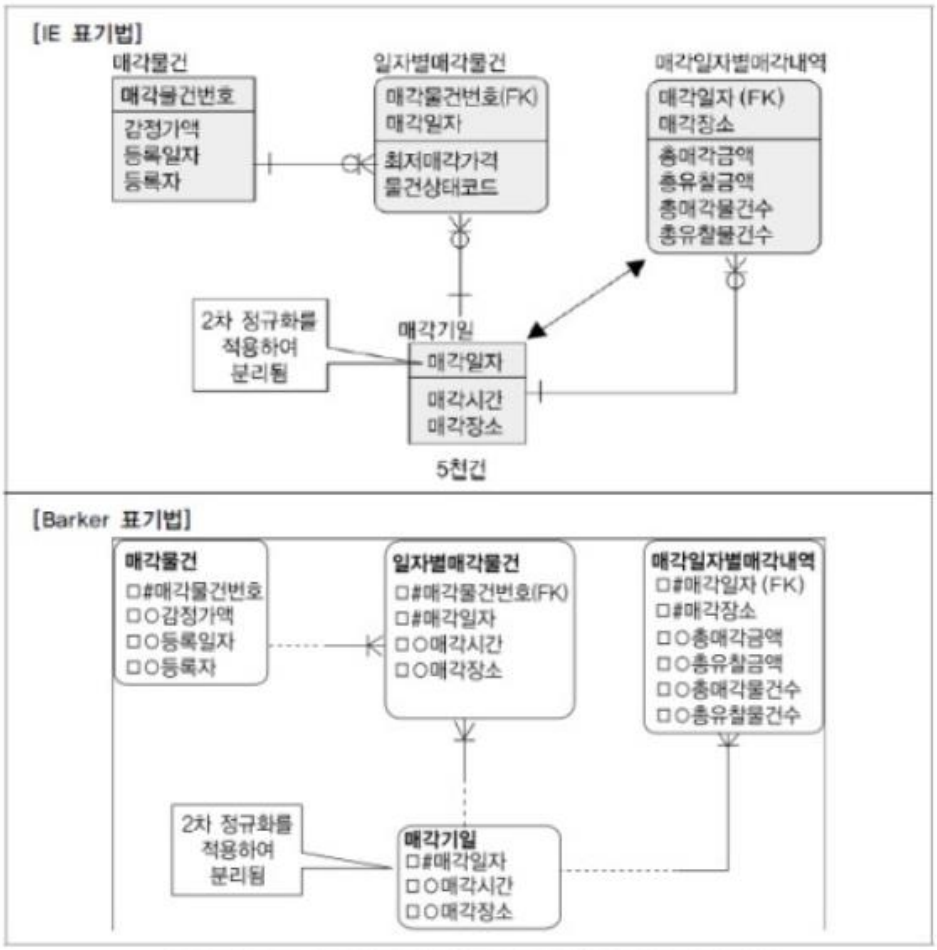
WHERE A.매각일자 = B.매각일자
AND A.매각장소 = B.매각장소;

```
SELECT A.DEPARTMENT_NAME,
       B.AVG_SAL
  FROM DEPARTMENTS A,
       (SELECT DEPARTMENT_ID,
               ROUND(AVG(SALARY),2) AVG_SAL
          FROM EMPLOYEES
         GROUP BY DEPARTMENT_ID) B
 WHERE A.DEPARTMENT_ID = B.DEPARTMENT_ID;
```

[+A 인라인 뷰 예시]

대량의 데이터에서 조인 조건이 되는 대상을 찾기 위해 (즉, 중복값이 있는 상태로의 결과가 아닌 고유의 결과값을 얻기 위해) 인라인뷰를 사용하기 때문에 성능이 저하된다.

위는. **복합식별자** 중에서 **일반속성이** 주식별자 속성 중 **일부에만 종속관계**를 가지고 있으므로 **2 차 정규화의 대상이 된다** *(가령, 매각내역이 매각일자에만 영향을 받음)*



특정 매각장소에 대해 매각일자를 찾아 매각내역을 조회하려면
500건의 매각기일과 매각일자별매각내역과 조인이 된다.

[그림 Ⅰ-2-7] 정규화된 데이터 모델

- 2 차 정규화를 적용하여 **매각일자를 PK** 로 하고 **매각시간**과 **매각장소**는 **일반속성**이 되었다.
  - 정규화 적용으로 매각내역(금액, 건수)와 관계가 연결
  - 정확한 데이터 모델링 표기 가능해짐
  - 드라이빙 된 테이블이 5 천건의 테이블이 되므로 성능 향상

```
SELECT B.총매각금액, B.총유찰금액
FROM 매각기일 A, 매각일자별매각내역 B
WHERE A.매각장소 = '서울 7 호'
  AND A.매각일자 = B.매각일자
  AND A.매각장소 = B.매각장소
```

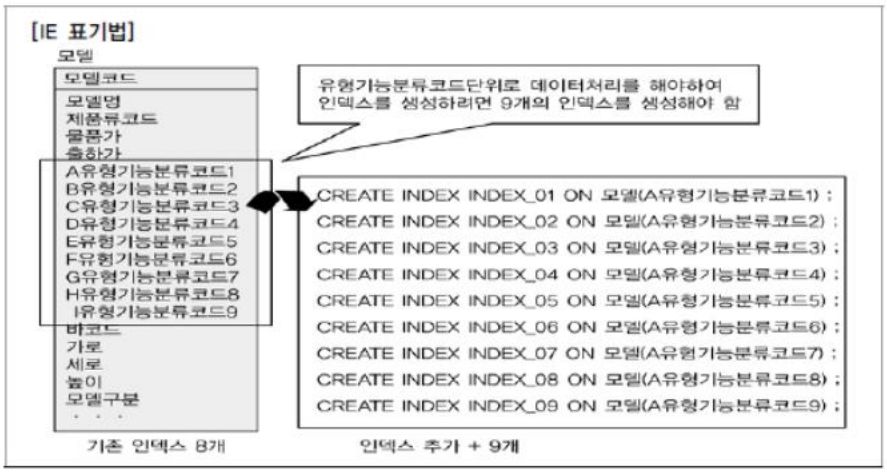
매각기일 테이블이 정규화 되면서 드라이빙이 되는 대상 테이블의 데이터가 5 천 건으로 줄어들어 조회 처리가 빨라진다.

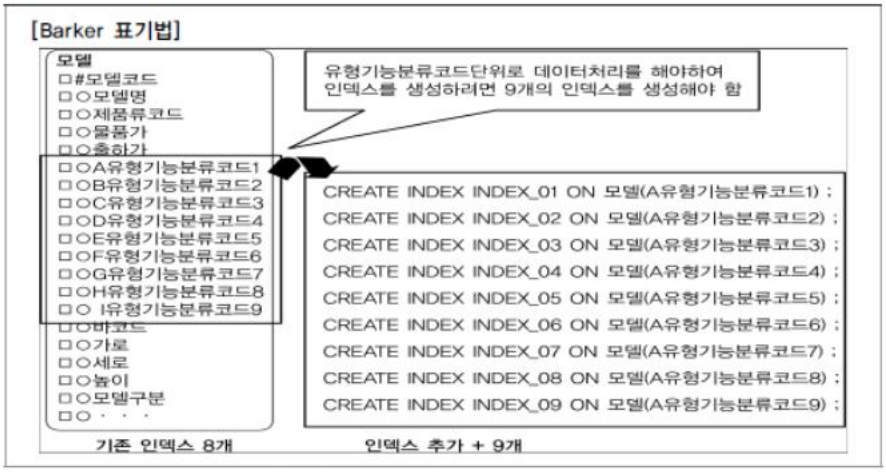
4. **반정규화된 테이블의 성능저하 사례 3**

- **동일한 속성 형식을 두 개 이상**의 속성으로 나열하여 반정규화한 경우에 해당

A – I 유형의 속성 **형식이 동일하다.**

- **유형기능능분류코드 각각에 대해 인덱스를 생성해야 하므로 9 개나 되는 인덱스를 추가 생성해야 한다.**





[그림 Ⅰ-2-8] 반정규화된 데이터 모델

참고로, 한 테이블에 인덱스가 많아지면 조회 성능은 향상되지만 데이터 입력/수정/삭제 성능은 저하된다. 그래서 일반 업무처리(온라인성 업무)에서는 인덱스 수를 가급적 7~8 개가 넘지 않도록 하는 것이 좋다.

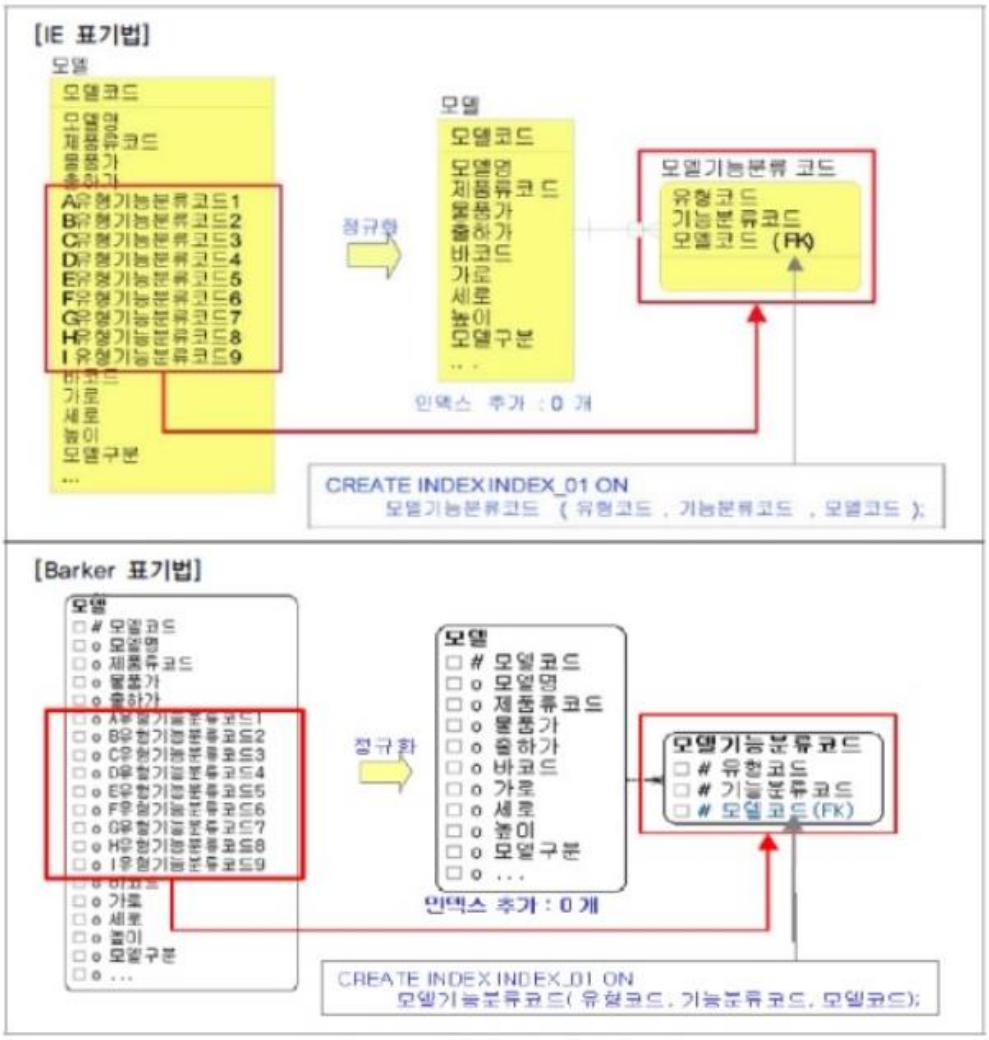
실전프로젝트에서는 어쩔 수 없이 인덱스를 생성하지 않거나 A 유형기능분류코드 1 하나만 인덱스를 생성하는 경우가 생긴다. 이에 따라 A 유형기능분류코드 1, A 유형기능분류코드 2, A 유형기능분류코드 3...을 이용하면 SQL 의 성능이 저하되는 경우가 많다.

만약 각 유형코드별로 조건을 부여하여 모델코드와 모델명을 조회하는 SQL 문장을 작성한다면 다음과 같이 나온다.

SELECT 모델코드, 모델명 FROM 모델
WHERE **(A 유형기능분류코드 1 = '01')**
OR (B 유형기능분류코드 2 = '02')
OR (C 유형기능분류코드 3 = '07')
OR (D 유형기능분류코드 4 = '01')
OR (E 유형기능분류코드 5 = '02')
OR (F 유형기능분류코드 6 = '07')
OR (G 유형기능분류코드 7 = '03')
OR (H 유형기능분류코드 8 = '09')

OR (I 유형기능분류코드 9 = '09');

- 각 유형별로 모두 인덱스가 걸려 있어야 인덱스에 의해 데이터를 찾을 수 있다.
- 이에 대한 정규화는 아래와 같다.



[그림 I-2-9] 정규화된 데이터 모델

- 위는 1 차 정규화이며 1 차 정규화가 타당한 이유는 아래와 같다.

  : 행 단위의 대상도 1 차 정규화의 대상이 되지만, 열 단위의 중복 경우도 1 차 정규화의 대상이 된다.

  따라서,모델에 대해 1 차 정규화를 적용하면 [1-2-9]와 같은 구성을 얻을 수 있고 이에 따른 효과는 아래와 같다.

  ** 하나의 테이블에 반복적으로 나뉘어져 인덱스 생성이 어려웠던 이전과 달리 **정규화되어 분리된 이후에는 인덱스 추가 생성이 0 개가 되었다.**

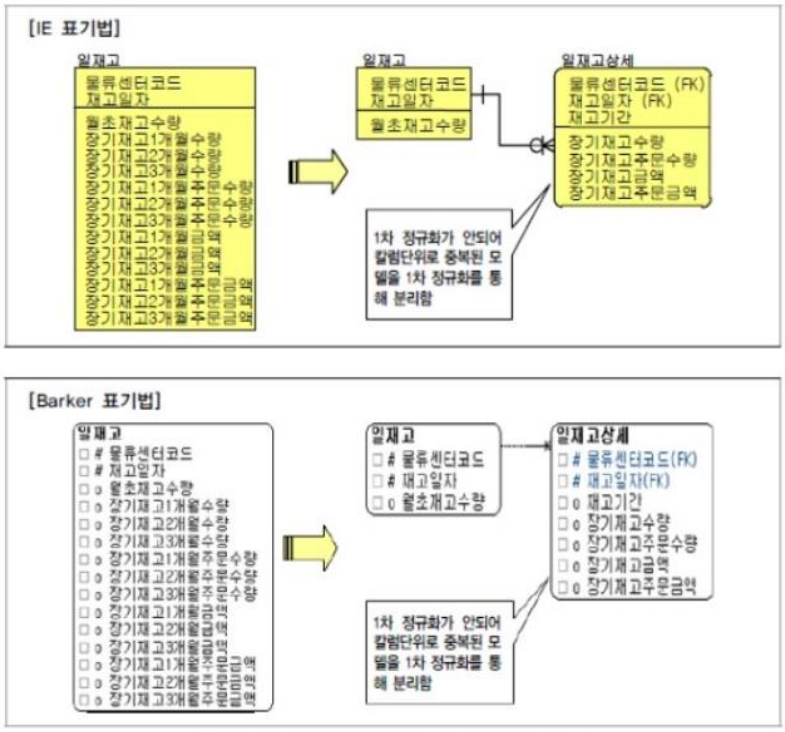
  ** **더불어, 모델기능불류코드에서 PK 인덱스를 생성하여 이용함으로써 성능이 향상될 수 있다.**

```
SELECT A.모델코드, A.모델명
  FROM 모델 A, 모델기능분류코드 B
 WHERE ( B.유형코드 = 'A'
         AND B.기능분류코드 = '01'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'B'
         AND B.기능분류코드 = '02'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'C'
         AND B.기능분류코드 = '07'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'D'
         AND B.기능분류코드 = '01'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'E'
         AND B.기능분류코드 = '02'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'F'
         AND B.기능분류코드 = '07'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'G'
         AND B.기능분류코드 = '03'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'H'
         AND B.기능분류코드 = '09'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 )
    OR ( B.유형코드 = 'I'
         AND B.기능분류코드 = '09'
         AND A.모델코드 = B.모델코드 ) ;
```

- **유형 + 기능 + 모델코드에 인덱스가 걸려있음**
  - **인덱스를 통해 데이터를 조회함으로써 성능이 향상 *****
    - 단수 인덱스를 통한 조회여서가 아니라 정규화를 통해 3 개의 정보를 중복없이 나열 및 인덱스 공유를 통해 정확도가 올라간 것임

유의사항 : 실전 프로젝트에서 열 단위에서 중복의 경우가 자주 발생한다. 이에 대해 이에 대해, **인덱스 생성의 영향도를 파악한 이후에 적용하는 것이 좋은 방법이 된다.**

5. 반정규화된 테이블의 성능저하 사례 4



[그림 Ⅰ-2-10] 반정규화된 테이블의 정규화

일재고와 일재고 상세를 구분함으로써 일재고에 발생되는 트랜잭션의 성능저하를 예방할 수 있게 되었다.

데이터 모델과 성능

반정규화와 성능

1. 반정규화를 통한 성능향상 전략

- 반정규화의 정의 : 이는, 시스템 성능향상, 개발, 그리고 운영의 다순화가 목적이며, **단순화를 위해**, 오히려 중복, 통합 분리 등을 수행하는 데이터 모델링의 기법을 의미
- **협의의 반정규화 : 오히려 중복하여 성능을 향상시키기 위한 기법**
  - **오히려, 정규화된 데이터 모델에서 중복, 통합, 분리 등을 수행하는 모든 과정을 의미**
- **테이블, 칼럼, 관계의 중복성**

데이터 무결성이 깨질 수 있는 위험을 무릅쓰고 데이터를 중복하여 반정규화를 적용하는 이유는 데이터를 조회할 때 디스크 I/O량이 많아서 성능이 저하되거나 경로가 너무 멀어 조인으로 인한 성능저하가 예상되거나 칼럼을 계산하여 읽을 때 **성능이 저하될 것이 예상되는 경우 반정규화를 수행**

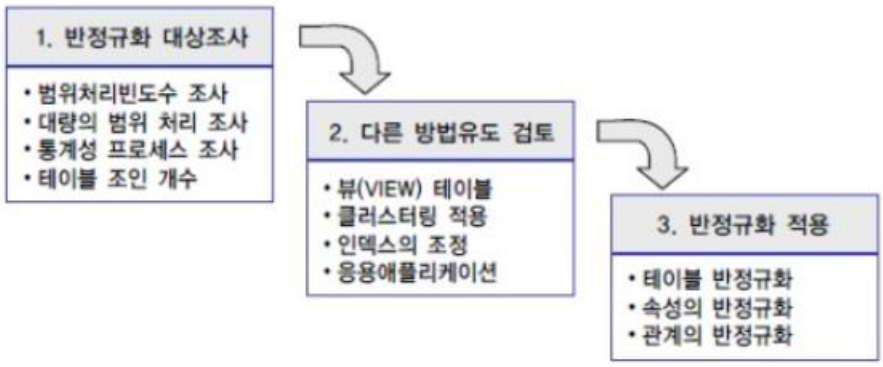
중복성의 원리를 활용하여 데이터조회시 성능을 향상시키는 역할을 할 수 있음

[그림 Ⅰ-2-12] 반정규화

- 기본적으로 정규화는 입력/수정/삭제 뿐 아닌 조화에 대한 성능 향상의 역할을 감당한다.

- **그러나,** 정규화만 고집한다면, **엔터티의 개수**가 증가하는 문제, **관계**가 많아져서 **비식별자 관계일 경우 조인과정**에서 **필터링 해야 할 데이터를 가져**오는 경우가 생길 수 있다.
  - 통상, 프로젝트 설계단계에서 반정규화를 고려하게 된다. 이 때 기술적 수행이 중요하다.

***** 반정규화 적용방법 *****



[그림 Ⅰ-2-13] 반정규화 절차

반정규화를 적용하기 위해서는 그림 Ⅰ-2-13에 나타난 것처럼 먼저 반정규화의 대상을 조사하고 다른 방법을 적용할 수 있는지 검토하고 그 이후에 반정규화를 적용하도록 한다.

---

1) 반정규화 대상조사

- 자주 사용되는 테이블, 이에 Acess 하는 Process 의 수가 많으면서도, 단지 일정한 범위만을 조회하는 경우라면 반정규화를 검토해볼 것
- 대량의 데이터 처리에 대해, **처리의 범위를 일정하게 줄이지 않으면 성능을 보장할 수 없을 경우**에 반정규화를 검토한다.
- 별도의 통계테이블(반정규화 테이블)을 생성하는 경우
- 테이블에 지나치게 많은 조인이 걸려 데이터를 조회하는 작업이 기술적으로 어려울 경우 반정규화를 검토

2) 반정규화 대상에 대해 다른 방법으로 처리할 수 있는지 검토

전제 : 가급적이면 데이터를 중복하여 **데이터 무결성**을 깨뜨릴 수 있는 위험을 제어하기 위함

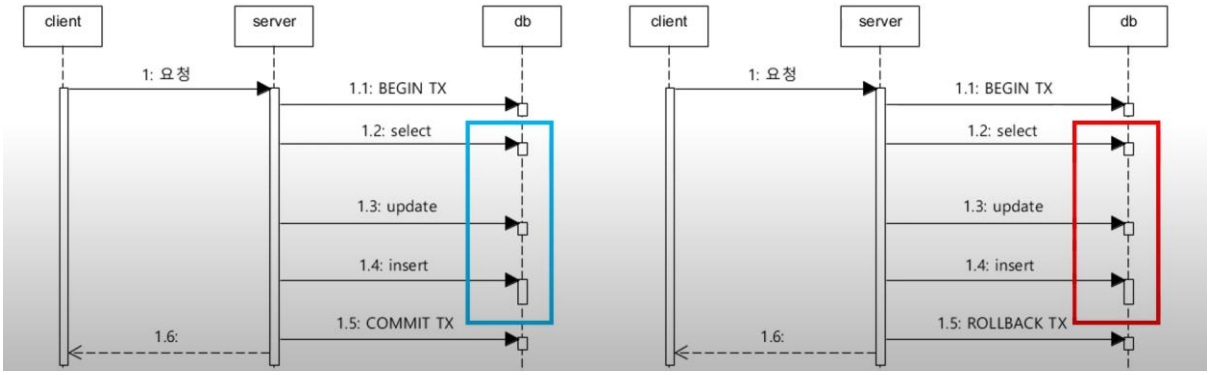
- 지나치게 많은 조인에 대하여는, 뷰(View)를 사용하면 이를 해결할 수도 있다.
  View 그 자체가 조회의 성능을 향상시키는 역할을 수행하는 것은 아니나,
  개발자가 성능을 어떻게 고민하느냐에 따라 유용할 수 있음

- 클러스터링을 적용하거나, 인덱스를 조정함으로써 성능을 향상시킬 수 있다.
  전제 1 : 클러스터의 개념 : 인덱스 키 값을 기준으로 데이터를 물리적 정렬
  단 클러스터링을 통한 성능개선은 입력/수정/삭제하는 경우의 성능은 많이 저하된다. **이런 이유로 조화중심의 테이블이 아니라면 생성하면 안되는 오브젝트이다.**
  전제 2 : 조화가 대부분이고 인덱스를 통한 성능향상이 불가능하다면, 클러스터링을 고려

- **PK 의 성격에 따라 부분적인 테이블로 분리. 즉. 파티셔닝 기법(Partitioning)이 적용되어 성능저하를 방지할 수 있다.**
  - **인위적인 테이블을 통합 / 분리 X**
  - **물리적인 저장기법에 따라 성능을 향상 O**

전제 : 특정 기준에 의해 물리적인 저장공간이 구분될 수 있고 트랜잭션이 들어올 때 일정한 기준에 의해 들어온다면 ~

트렌젝션에 대한 간단요약



- **여러 읽기 쓰기를 논리적으로 하나로 묶음**
- **트렌잭션 시작은 , 쿼리실행 및 커밋, 롤백 시작 (반영 또는 미반영 모두 포함)**

  - **응용 애플리케이션**에서 **로직을 구사**하는 방법을 변경함으로써 성능을 향상시킬 수 있다. **응용 메모리 영역**에 데이터를 처리하기 위한 값을 **캐쉬**한다든지 중간 **클래스 영역**에 데이터를 **캐쉬**하여 공유하게 하여 성능을 향상 시키는 것도 성능을 향상시키는 방법이 될 수 있다.

3) 반정규화 적용단계 : 3 가지 추가로 고려

- 반정규화는 테이블 속성 관계에 대해 적용할 수 있다.
- 중복만이 반정규화는 아니며, 테이블, 속성, 관계를 추가/분할/제거할 수도 있다.

2. 반정규화의 기법

- **테이블 반정규화**

[표 Ⅰ-2-1] 테이블의 반정규화

기법분류	기법	내용
테이블병합	1:1 관계 테이블병합	1:1 관계를 통합하여 성능향상
	1:M 관계 테이블병합	1:M 관계 통합하여 성능향상
	슈퍼/서브타입 테이블병합	슈퍼/서브 관계를 통합하여 성능향상
테이블분할	수직분할	칼럼단위의 테이블을 디스크 I/O를 분산처리 하기 위해 테이블을 1:1로 분리하여 성능향상(트랜잭션의 처리되는 유형을 파악이 선행되어야 함)
	수평분할	로우 단위로 집중 발생되는 트랜잭션을 분석하여 디스크 I/O및 데이터접근의 효율성을 높여 성능을 향상하기 위해 로우단위로 테이블을 쪼갬(관계가 없음)
테이블추가	중복테이블 추가	다른 업무이거나 서버가 다른 경우 동일한 테이블구조를 중복하여 원격조인을 제거하여 성능을 향상
	통계테이블 추가	SUM, AVG 등을 미리 수행하여 계산해 둠으로써 조회 시 성능을 향상
	이력테이블 추가	이력테이블 중에서 마스터 테이블에 존재하는 레코드를 중복하여 이력테이블에 존재하는 방법은 반정규화의 유형
	부분테이블 추가	하나의 테이블의 전체 칼럼 중 자주 이용하는데 자주 이용하는 집중화된 칼럼들이 있을 때 디스크 I/O를 줄이기 위해 해당 칼럼들을 모아놓은 별도의 반정규화된 테이블을 생성

세부내용

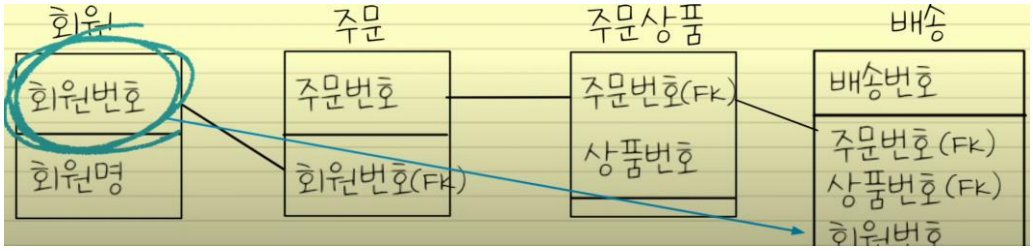
- **테이블병합 :** 비즈니스 로직 상 Join 되는 경우가 많아 통합하는 것이 성능 측면에서 유리하라 경우 고려
- **테이블추가**
  - **중복테이블추가 :** 타 업무 또는 타 서버에 있는 테이블과 동일한 구조의 테이블 추가, 원격 Join 방지를 위함
  - **통계테이블추가 :** 주문번호, 상품코드 등에 따른 일일주문수량, 일일주문금액 등의 평균 통계값을 미리 계산해서 저장하는 테이블 추가
  - **이력테이블추가 :** 마스터 테이블에 존재하는 row 를 트랜잭션 발생 시점에 따라 복사해두는 테이블 추가 (commit, rollback...)
  - **부분테이블추가 :** 자주 조회하는 컬럼들만 별도로 모아놓은 테이블 추가

- **컬럼의 반정규화**

[표 Ⅰ-2-2] 칼럼의 반정규화

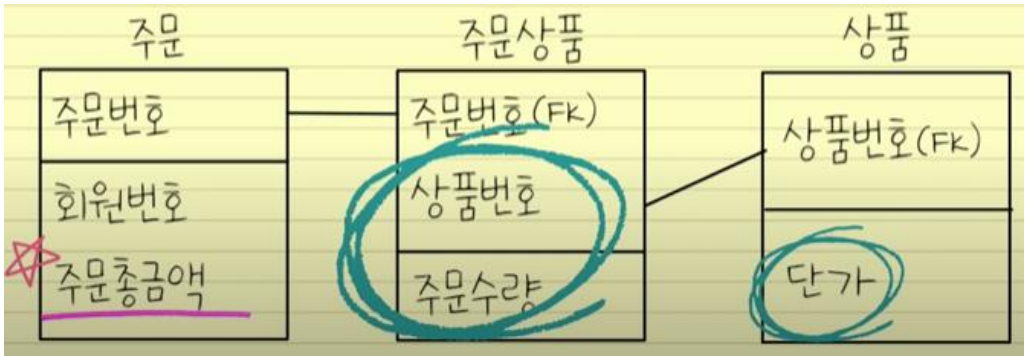
반정규화 기법	내용
중복칼럼 추가	조인에 의해 처리할 때 성능저하를 예방하기 위해 즉, 조인을 감소시키기 위해 중복된 칼럼을 위치시킴
파생칼럼 추가	트랜잭션이 처리되는 시점에 계산에 의해 발생되는 성능저하를 예방하기 위해 미리 값을 계산하여 칼럼에 보관함. Derived Column이라고 함
이력테이블 칼럼추가	대량의 이력데이터를 처리할 때 불특정 날 조회나 최근 값을 조회할 때 나타날 수 있는 성능저하를 예방하기 위해 이력테이블에 기능성 칼럼(최근값 여부, 시작과 종료일자 등)을 추가함
PK에 의한 칼럼 추가	복합의미를 갖는 PK를 단일 속성으로 구성하였을 경우 발생됨. 단일 PK안에서 특정 값을 별도로 조회하는 경우 성능저하가 발생될 수 있음. 이 때 이미 PK안에 데이터가 존재하지만 성능향상을 위해 일반속성으로 포함하는 방법이 PK의한 칼럼추가 반정규화임
응용시스템 오작동을 위한 칼럼 추가	업무적으로는 의미가 없지만 사용자가 데이터처리를 하다가 잘못 처리하여 원래 값으로 복구하기를 원하는 경우 이전 데이터를 임시적으로 중복하여 보관하는 기법. 칼럼으로 이것을 보관하는 방법은 오작동 처리를 위한 임시적인 기법이지만 이것을 이력데이터 모델로 풀어내면 정상적인 데이터 모델의 기법이 될 수 있음

  - **중복칼럼 추가 :**
    - Join Process 를 줄이기 위해 중복 칼럼 추가
    - SELECT 비용은 감소하나 UPDATE 비용은 증가



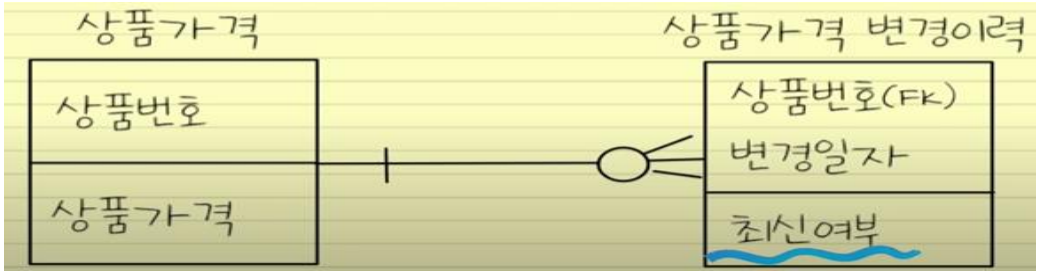
☞ 회원번호를 필두로 JOIN 을 반복화 하도록 진행하기 보다는 Table 설계 시 중복칼럼을 허용하여 관리

  - **파생칼럼 추가 :**
    - Derived Column 이라고 함
    - 계산을 통해 얻어지는 결과값을 테이블에 컬럼으로 저장



☞ 주문총액의 경우 상품에 따른 단가에 의해 판매가가 결정되면 판매 수량에 의한 주문 총 금액을 **계산**해야 하지만 그 데이터가 반복적이고 많은 수의 데이터에 의해 결정된다면, 실적에 대한 정보 같은 경우 미리 파생칼럼을 추가하여 관리하는 편이 효율적일 수 있다.

- **이력테이블 컬럼 추가 :**
  - 이력테이블에 기능성 칼럼 추가(최신여부, 시작일/종료일 등)

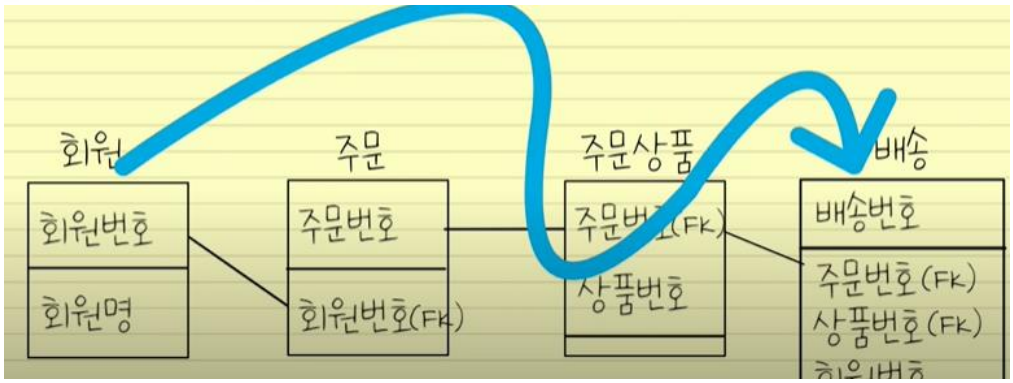


- **PK 에 의한 컬럼 추가 :**
  - **복합의미를 갖는 PK 를 단일속성으로 구성하였을 경우,** 단일 PK 안에서의 특정값 조회의 경우 성능 저하가 일어날 수 있음이 원이
  - **성능향상을 위해 일반속성으로 포함하는 것**

- 관계 반정규화
  - **중복관계추가 :**

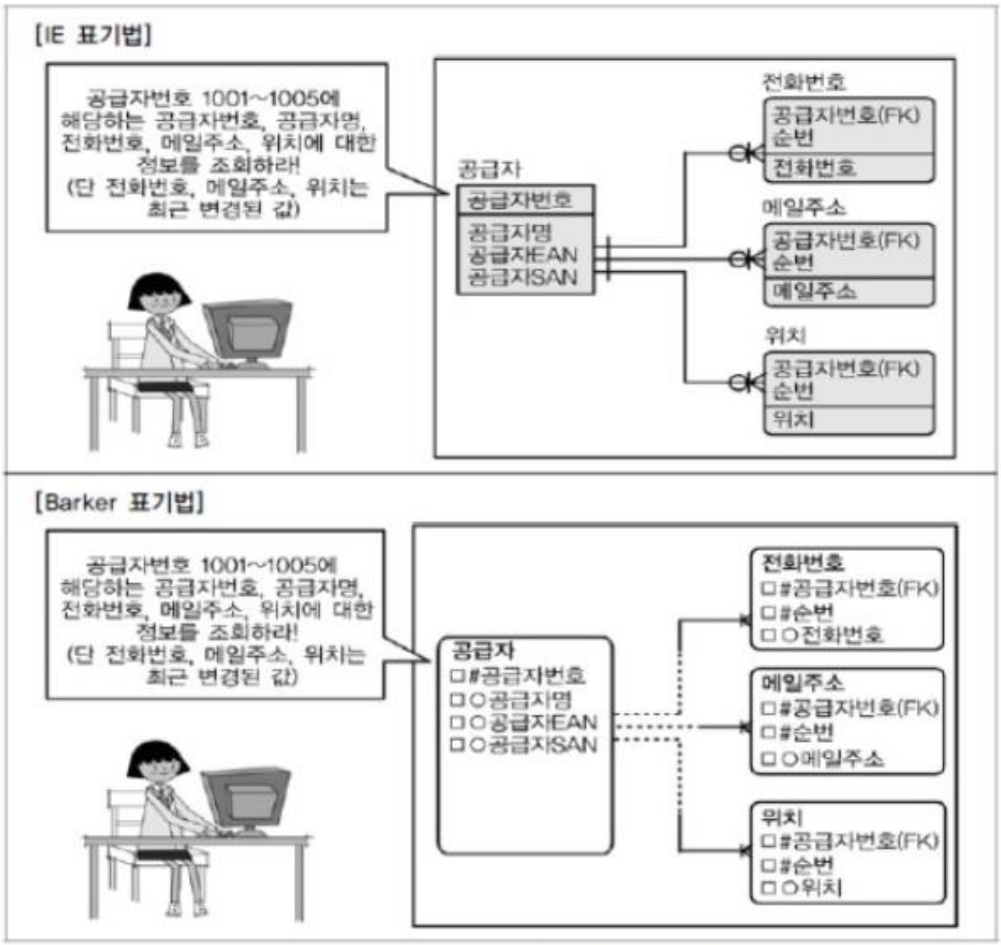
[표 Ⅰ-2-3] 관계의 반정규화

반정규화 기법	내용
중복관계 추가	데이터를 처리하기 위한 여러 경로를 거쳐 조인이 가능하지만 이 때 발생할 수 있는 성능저하를 예방하기 위해 추가적인 관계를 맺는 방법이 관계의 반정규화임



- 테이블, 칼럼의 반정규화는 데이터 무결성에 영향을 미침
- 반면, 관계의 반정규화는 데이터 무결성을 깨뜨릴 위험을 갖지 않고서도 데이터 처리 성능을 향상시킴

3. 정규화가 잘 정의된 데이터 모델에서 성능이 저하될 수 있는 경우



[그림 Ⅰ-2-14] 정규화 모델의 문제점

- 공급자와 전화번호, 메일주소, 위치의 경우 1:M 관계이며,
- **가장 최근의 값을 가져오기 위해서는 조금 복잡한 조인이 발생될 수 밖에 없다.**

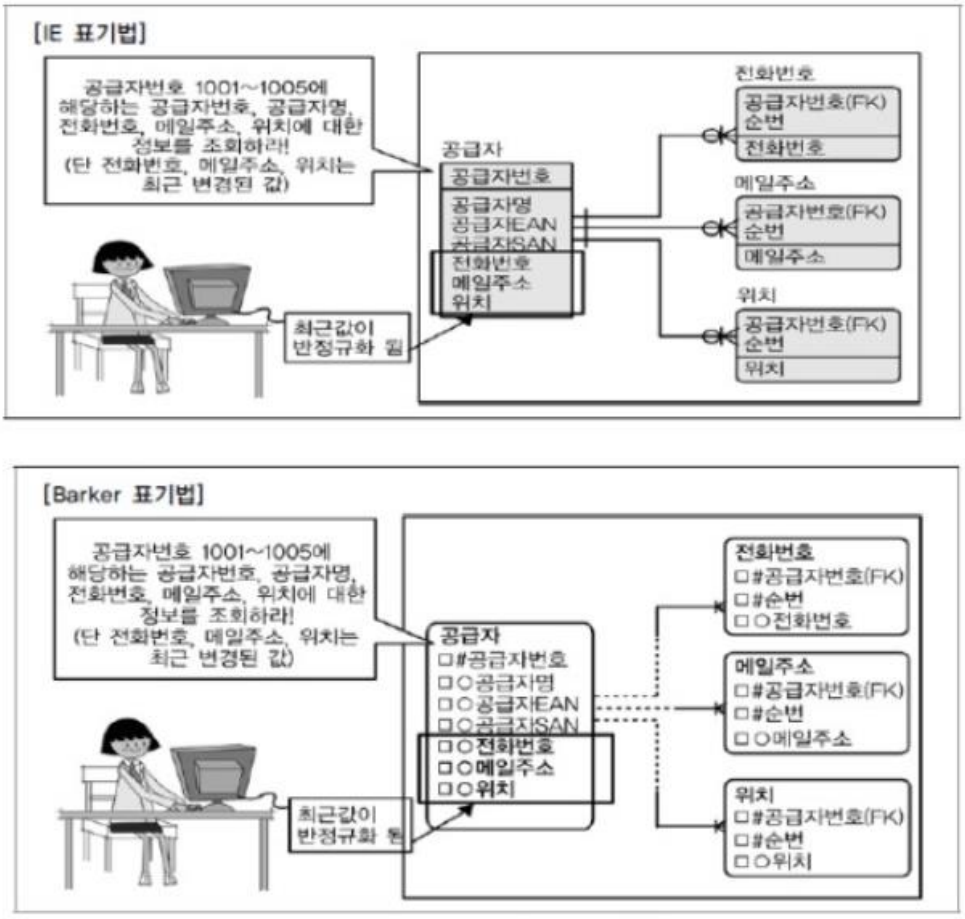
SQL 문 작성 예시)

```
SELECT A.공급자명, B.전화번호, C.메일주소, D.위치
  FROM 공급자 A,
       (SELECT X.공급자번호,   X.전화번호
          FROM 전화번호 X,
               (SELECT 공급자번호, MAX(순번) 순번
                  FROM 전화번호
                 WHERE 공급자번호 BETWEEN '1001' AND '1005'
                 GROUP BY 공급자번호) Y
         WHERE X.공급자번호 = Y.공급자번호
           AND X.순번 = Y.순번) B,
```

전화번호 테이블과 **X** 전화번호 테이블 중 공급자 번호가 1001 – 1005 사이인 데이터 중 순번이 가장 최근인 데이터에 대하여 **Y** Key 인 공급자번호와, 조건인 순번이 동일한 데이터에 한하여 공급자번호 및 전화번호 추출 **B(B 최종)**

```
       (SELECT X.공급자번호,   X.메일주소
          FROM 메일주소 X,
               (SELECT 공급자번호, MAX(순번) 순번
                  FROM 메일주소
                 WHERE 공급자번호 BETWEEN '1001' AND '1005'
                 GROUP BY 공급자번호) Y
         WHERE X.공급자번호 = Y.공급자번호
           AND X.순번 = Y.순번) C,
       (SELECT X.공급자번호,   X.위치
          FROM 위치 X,
               (SELECT 공급자번호,   MAX(순번) 순번
                  FROM 위치
                 WHERE 공급자번호 BETWEEN '1001' AND '1005'
                 GROUP BY 공급자번호) Y
         WHERE X.공급자번호 = Y.공급자번호
           AND X.순번 = Y.순번) D
 WHERE A.공급자번호 = B.공급자번호
   AND A.공급자번호 = C.공급자번호
   AND A.공급자번호 = D.공급자번호
   AND A.공급자번호 BETWEEN '1001' AND '1005';
```

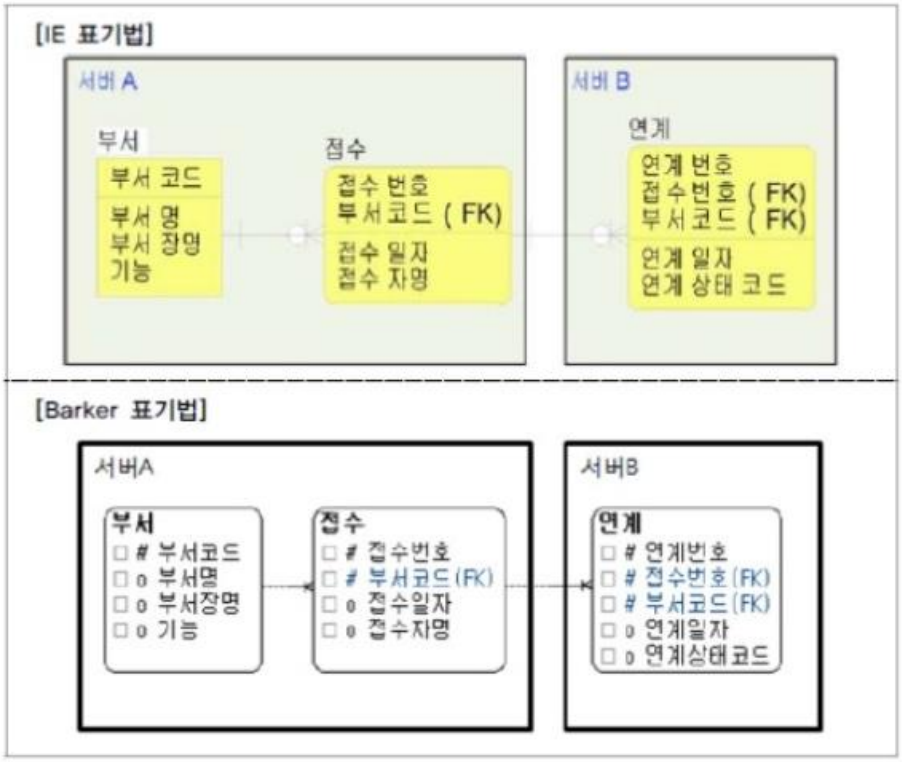
정규화 된 모델이 적절하게 반정규화 되지 않으면 위와 같은 복잡한 SQL 구문은 쉽게 파생될 수 있다.
해결책으로, 가장 최근에 변경된 값을 마스터에 위치시키면, 쿼리 구문이 간단해질 수 있다.



[그림 Ⅰ-2-15] 반정규화를 통한 성능향상 사례

```
SELECT 공급자명, 전화번호, 메일주소, 위치
  FROM 공급자
 WHERE 공급자번호 BETWEEN '1001' AND '1005'
```

4. **정규화가 잘 정의된 데이터 모델에서 성능이 저하될 수 있는 경우**
   데이터베이스서버가 분리 되어 분산데이터베이스가 구성되어 있을 때 빤정규화를 통해 성능을 향상시킬 수 있는 경우



[그림 Ⅰ-2-16] 다른 서버간 정규화된 사례

- **서버 B** 에서 데이터를 조회할 때 **빈번하게 조회되는 부서번호가 서버 A 에 존재**하기 때문에 연계, 접수, 부서 테이블이 모두 조인이 걸리게 된다.
- 게다가 분산데이터베이스 환경이기 때문에 다른 서버간에도 조인이 걸리게 되어 성능이 저하되는 것이다.

반정규화 전 SQL 문 예시

Select c.부서명, a. 연계코드
From 연계 a, 부서 c
Where a.부서코드 = b.부서코드
And a.접수번호 = b. 접수번호
And b. 부서코드 = a. 부서코드 <<

a 예계 테이블부터 c 부서 테이블까지 순차적으로 서버 조인을 통계 데이터를 연결시키는 과정이다

And a.연계일자 between '20040801' AND '20040901';

*** 서버 A 에 있는 부서테이블의 부서명을 서버 B 의 연계테이블에 부서명으로 속성 반정규화를 함으로써 조회 성능을 향상시킬 수 있다. ***

반정규화 후 SQL 문 예시

SELECT 부서명, 연계상태코드
FROM 연계
WHERE 연계일자 BETWEEN '20040801' AND '20040901';

SQL 구문도 간단해지고 분산되어 있는 서버간에도 DB LINK 조인이 발생하지 않아 성능이 개선되었다.

반정규화를 적용할 때 기억해야 할 내용은 **데이터를 입력, 수정, 삭제할 때는 성능이 떨어지는 점**을 기억해야 하고 **데이터의 무결성 유지에 주의를 해야 한다.**

데이터 모델과 성능

대량데이터에 따른 성능

1. 대량 데이터발생에 따른 테이블 분할 개요

- 테이블 분할을 통해 대량 데이터 발생 시 성능 저하를 예방한다 ****
  - I/O 경감을 위해
    - 수평 : 컬럼단위
    - 수직 : 로우단위로 분할

** **성능저하의 원인**

1) 하나의 테이블에 데이터 대량집중 :

-IO 문제
-인덱스를 생성할 때 인덱스의 크기(용량)가 커지게 되고
그렇게 되면 인덱스를 찾아가는 단계가 깊어짐
-slect 보다는, update 에서 성능저하

2) 하나의 테이블에 여러개의 컬럼 : 디스크 점유량 문제, IO 양 문제

3) 대량의 데이터가 처리되는 테이블의 경우 : 인덱스를 적절하게 구성하여 이를 줄일 수 있다.

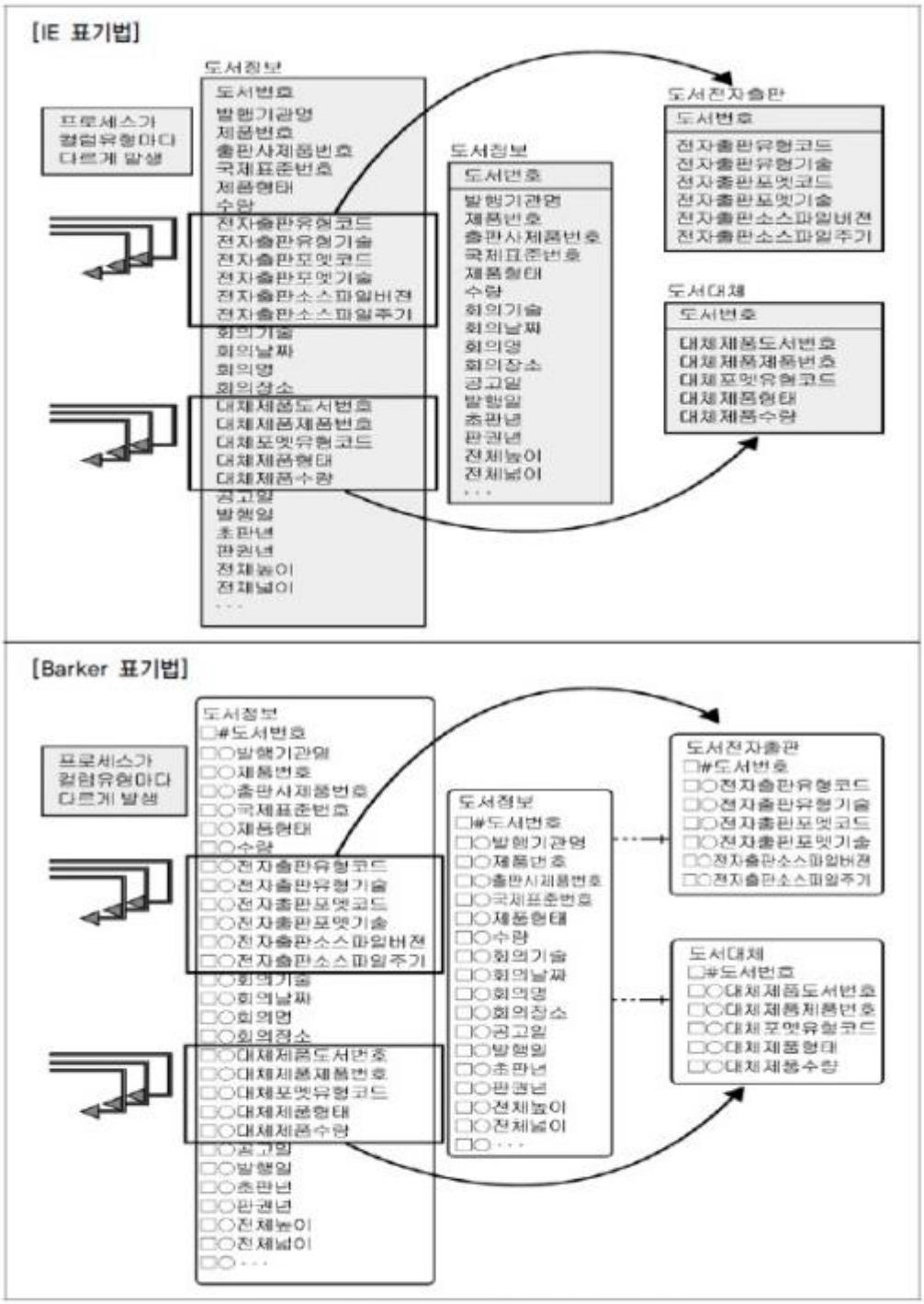
4) **컬럼**이 많아지는 경우 : 물리적인 **디스크에 여러 블록**에 데이터가 저장되게 된다.

예) 만약 컬럼수가 300 개라면?!

- **로우 체이닝 (Row chaining) 현상** : 로우 길이가 너무 길어서 블록 한에 데이터가 모두 저장되지 않고 두개 이상의 블록에 걸쳐 하나의 로우가 저장되어 있는 형태
- **로우 마이그레이션(Row Migration)** : 데이터 블록에서 수정이 발생하면 수정된 데이터를 해당 데이터 블록에서 저장하지 못하고 다른 블록의 빈 공간을 찾아 저장하는 방식

두 가지 모두 불필요한 I/O 가 많이 발생하여 성능이 저하된다.

2. **한 테이블에 많은 수의 컬럼을 가지고 있는 경우**
   해결책



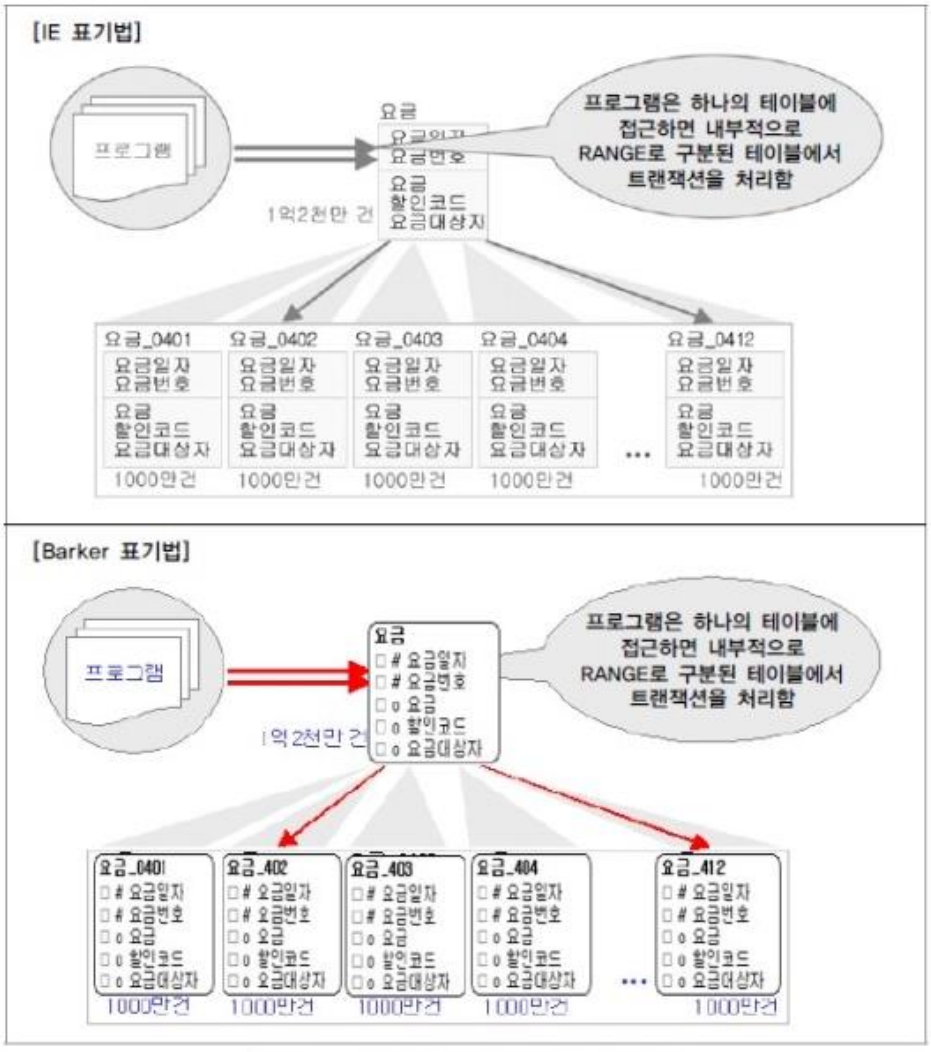
[그림 Ⅰ-2-21] 칼럼수가 많은 테이블의 1:1 분리

** 컬럼수가 적은 테이블에서 데이터를 처리하게 되면 디스크의 I/O양이 감소하여 성능이 향상됨

3. **대량 데이터 저장 및 처리고 인해 성능이 저하되는 경우**
   - 위의 경우,
     - **파티셔닝**
     - **PK 에 의한 테이블 분할**을 통해 문제를 해결해 볼 수 있다.
       - 보통, 천만건 이상 데이터의 경우, 인덱스를 잘 생성해주더라도 성능은 좋지 못하다
       - **논리적으로는 하나의 테이블, 물리적으로는 여러 개의 테이블 스페이스에 쪼개어 저장 _ *파티셔닝***

**** 파티셔닝**

1. Range Partition (가장많이사용)
   - **적용대상** : 대상 테이블이 **날짜 or 숫자값으로 분리**가 가능하고, **각 영역별 트랜젝션이 분리**
   - **장점** : **데이터 보관주기**에 따라 테이블에 데이터를 쉽게 지우는 것이 가능함



[그림 Ⅰ-2-23] 파티셔닝의 적용-RANGE

2. **List Partition**

장점 : 대용량 데이터를 **특정 값에 따라 분리/저장 가능**

단점 : **쉽게 삭제되는 기능은 없다.**

3. **Hash Partition :** 저장된 해쉬 조건에 따라 해싱 알고리즘이 적용되어 테이블이 분리된다.
   데이터의 확인이 어렵고 삭제가 불가능.

테이블에 대한 수평분할/수직분할의 절차

*** 4 가지 원칙**

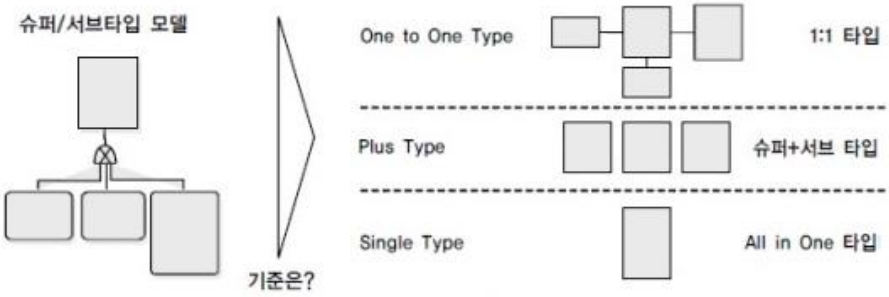
1) 데이터 모델링을 완성한다.
2) 데이터 베이스 용량선정을 한다. (컬럼 수가 어느정도 양의 수준인지 책정)
3) 대량 데이터가 처리되는 테이블에 대해서 **트랜젝션 처리 패턴을 분석한다.**
4) **컬럼 단위**로 집중화된 처리가 발생하는지, **로우 단위**로 집중화된 처리가 발생하는지 분석하여 집중화된 단위로 테이블을 분리하는 것을 검토한다.
   - 단지 컬럼수가 많다면 **1:1 로 분리 가능한지 검토**
   - **컬럼수는 적으나 데이터 량이 많다면 '파티셔닝'고려**

데이터 모델과 성능

데이터베이스 구조와 성능

1. 슈퍼/서브타입 모델의 성능고려 방법

- 슈퍼타입 : 공통부분
- 서브타입 : 차이가 있는 속성
- **논리적 데이터 모델**에서 이용되는 형태이며, **분석**단계에서 많이 쓰이는 모델
  - One to one type as 1:1
  - Plus type as super + sub type
  - Single type as all in one type



[그림 Ⅰ-2-25] 슈퍼타입과 서비스타입의 변환

- 성능저하의 원인

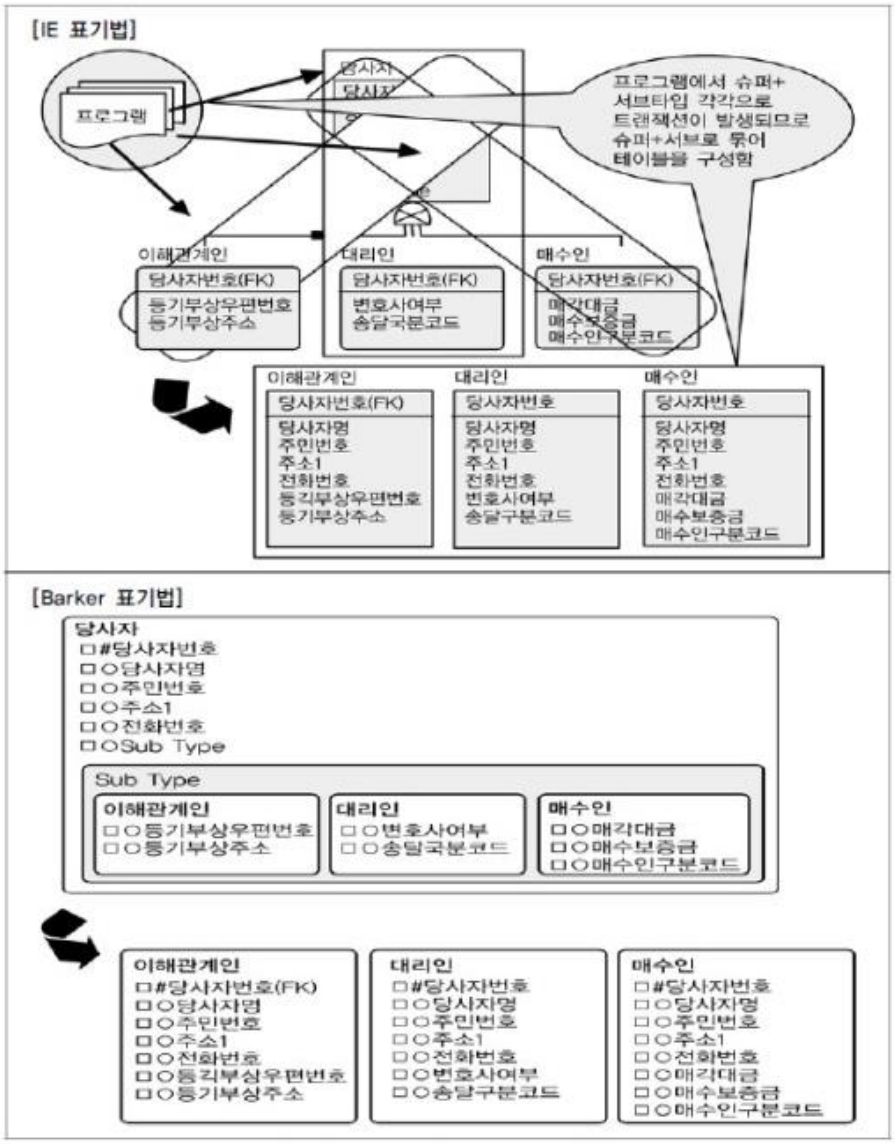
- 트렌젝션은 일괄처리되, 테이블은 개별로 유지되어, union 연산에 의해 성능저하
- 반대로 트렌젝션은 서브타입 개별로 처리, 테이블은 하나로 통합, 불필요하게 많은 양의 데이터가 집약된 이유로 성능이 저하
- 트랜젝션은 항상 슈퍼+서브 타입을 공통으로 처리하는데 개별로 유지되어 있거나 하나의 테이블로 집약되어 있어 성능이 저하되는 경우

성능저하의 원인들을 보고도 유추할 수 있듯이, 슈퍼/서브 타입의 변경요인으로 중요한 것은 데이터의 양 및 트렌젝션의 유형이다.

Example_1 : 데이터가 소량이라면 데이터처리의 1:1 관계를 유지하는 것이 좋음

- **슈퍼/서브 타입의 데이터 모델의 변환 기술**
  - 개별로 발생되는 트랜젝션에 대해서는 개별 테이블로 구성 (One To One)
    - **업무적으로 발생되는 트랜젝션이 슈퍼타입과 서브타입 각각에 대해 발생하는 것**

- 슈퍼 + 버스타입에 의해 발생되는 트렌젝션에 대해서는 슈퍼 + 서브타입 테이블로 구성
  - **plus type**



[그림 Ⅰ-2-28] Plus Type 변환

- 전체를 하나로 묶어 트랜젝션이 발생할 때는 하나의 테이블로 구성

Example_

만약, 대리인, 매수인, 이해관계인이 항상 한 페이지에 통합 처리될 시

(반면, Union ALL 과 같은 SQL 구문이 성능을 저하시킬 수 있다.)

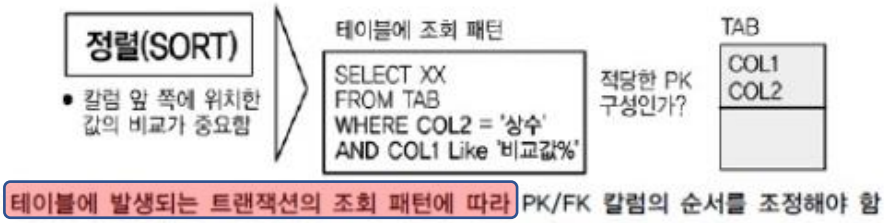
- **슈퍼/서브타입 데이터 모델의 변환타입 비교**

[표 Ⅰ-2-4] 슈퍼/서브타입 데이터 모델 변환타입 비교

구분	OneToOne Type	Plus Type	Single Type
특징	개별 테이블 유지	슈퍼+서브타입 테이블	하나의 테이블
확장성	우수함	보통	나쁨
조인성능	나쁨	나쁨	우수함
I/O량 성능	좋음	좋음	나쁨
관리용이성	좋지않음	좋지않음	좋음(1개)
트랜잭션 유형에 따른 성택 방법	개별 테이블로 접근이 많은 경우 선택	슈퍼+서브 형식으로 데이터를 처리하는 경우 선택	전체를 일괄적으로 처리하는 경우 선택

2. 인덱스 특성을 고려한 PK/FK 데이터베이스 성능향상

- **PK/FK 컬럼 순서***와 성능개요**
  - 인덱스의 중요성 : 데이터를 조작할 때 가장 효과적으로 처리될 수 있도록 접근경로를 제공하는 오브젝트
  - **PK/FK 설계의 중요성** : 데이터에 접근할 때 접근 경로를 제공한다는 측면에서 중요함. 프로젝트시 설계단계 말에 컬럼의 순서를 조정하는 것이 필요하다.



[그림 Ⅰ-2-29] 인덱스 특성에 따른 PK/FK순서

  - PK 순서의 중요성 : 물리적인 데이터 모델링 단계에서는 스스로 생성된 PK 순서 이외에 **다른 엔티티로부터 상속받아 발생되는 PK 순서까지 항상 주의**하여 표시되도록 해야 한다.

  - FK 의 중요성 : FK 도 데이터를 조회할 때 **조인의 경로를 제공하는 역할을 수행하므로 이에 대해 반드시 인덱스를 생성하도록 한다.** 조회의 조건도 고려

나. PK컬럼의 순서를 조정하지 않을 때 성능이 저하되는 이유

주문번호	주문일자	주문목록코드	주문단가
1001	2008.1.1	A01	100
1001	2008.1.1	A02	200
1001	2008.1.1	A03	300
1001	2008.2.1	A04	2100
1001	2008.2.1	A01	7000
1001	2008.2.1	A06	2
1001	2008.2.1	A07	5234
1001	2008.2.1	A08	6332
1001	2008.3.1	A09	23
1001	2008.3.1	A03	4
1001	2008.3.1	A11	34
1001	2008.4.1	A03	34222
1001	2008.4.1	A13	5
1002	2008.1.1	A01	34
1002	2008.1.1	A02	6942
1002	2008.1.1	A03	34
1002	2008.2.1	A04	100

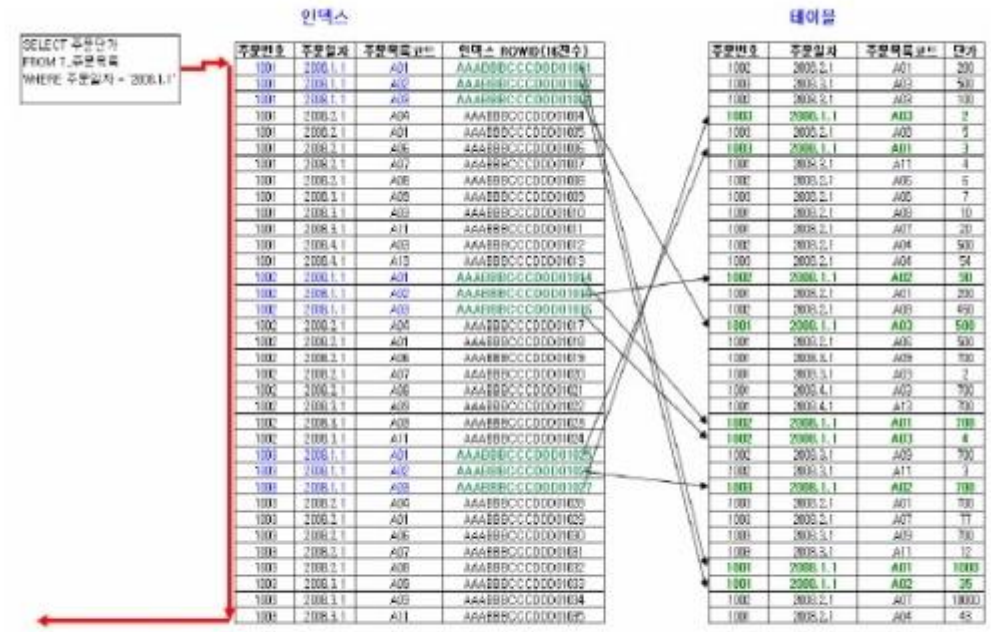
[그림 Ⅰ-2-30] 데이터 모델과 인덱스 구조

: 조회조건에 따라 인덱스를 처리하는 범위가 달라지게 됨

맨 앞에 있는 인덱스 칼럼에 조회 조건이 들어올 때 Scan방법

[그림 Ⅰ-2-31] 조건에 따른 인덱스 Scan구조(1)

만약, 맨 앞에 있는 컬럼이 제외된 상태에서 데이터를 조회할 경우 데이터를 비교하는 범위가 넓어진다 -> 성능저하

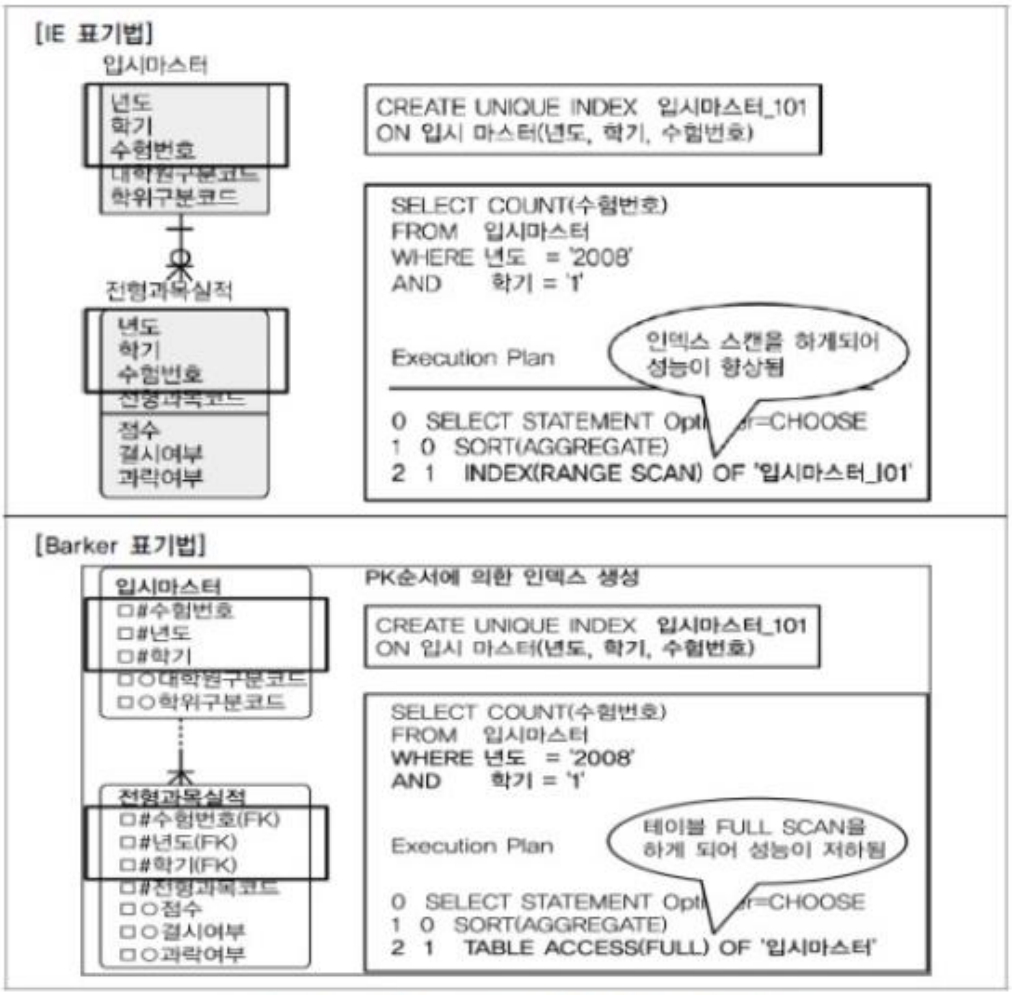


맨 앞에 있는 인덱스 칼럼에 조회 조건이 들어오지 않을 때 Scan방법

[그림 Ⅰ-2-32] 조건에 따른 인덱스 Scan구조(2)

PK 의 순서를 인덱스 특징에 맞게 생성하지 않고 자동으로 생성하게 되면 테이블에 접근하는 트랜젝션의 특징이 효율적이지 않은 인데스가 생성되어 있으므로 인덱스의 범위를 넓히거나 풀 스캔(Full Scan)을 유발해서 성능이 저하된다.

- **PK 순서를 잘못 지정하여 성능이 저하된 경우 –** 간단한 오류



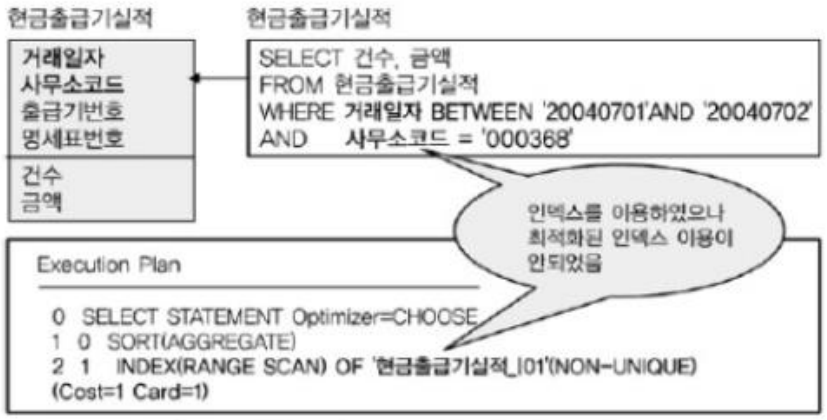
[그림 Ⅰ-2-33] PK순서에 의한 인덱스 생성 개선 전

인덱스를 통한 스캔 자체는 성능 향상에 도움이지만, 순서가 잘못 입력된 경우 Table Full Scan 을 하게 되어 성능이 저하됨

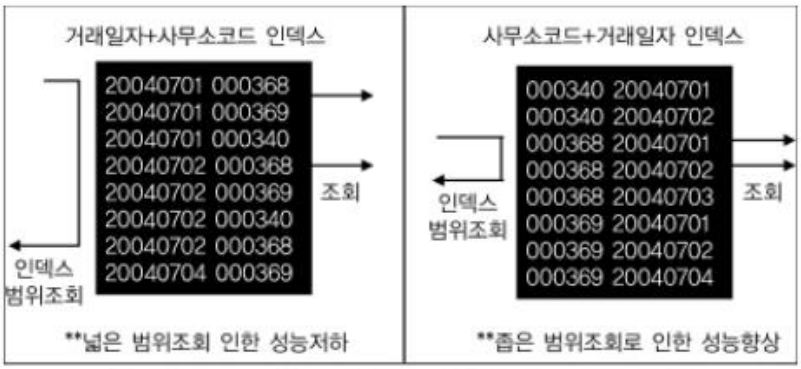
라. PK 순서를 잘못 지정하여 성능이 저하된 경우 - 복잡한 오류

예) 현금출급기실적 테이블

거래일자 + 사무코드 + 출급기번호 + 명세표번호



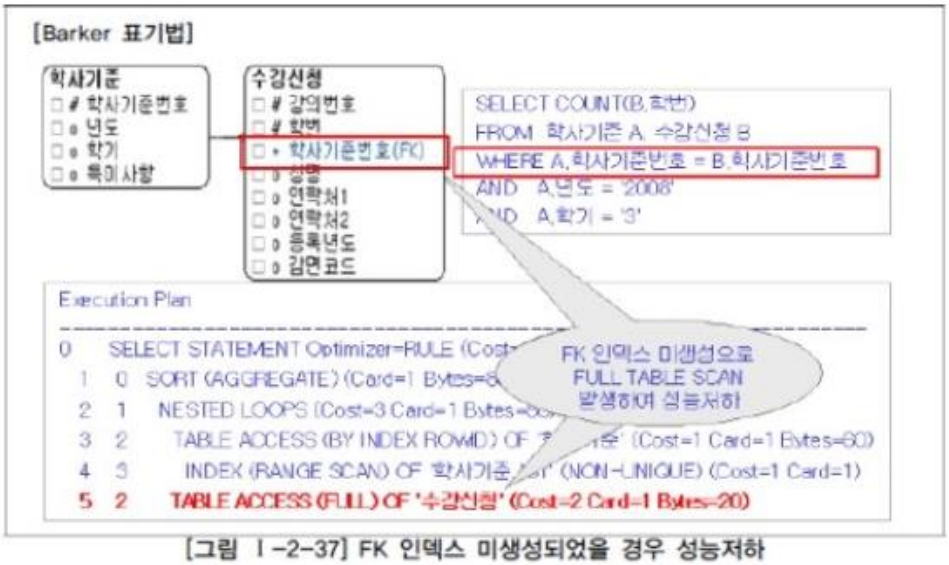
[그림 Ⅰ-2-35] PK순서에 의한 인덱스 생성



[그림 Ⅰ-2-36] PK순서에 의한 인덱스 이용 범위

사무코드 거래일자가 좁은 범위 조회로 인한 성능향상에 유리했다

3. **물리적 테이블에 FK 제약이 걸려있지 않을 경우 인덱스 미생성으로 성능저하.**



[그림 Ⅰ-2-37] FK 인덱스 미생성되었을 경우 성능저하

물리적으로는 두 테이블 사이의 FK 참조 무결성 관계가 걸려있지 않다.
비록 물리적으로 학사기준과 수강신청이 연결되어 있지 않다고 하더라도 학사기준으로부터 상속받은 FK 에 대해 FK 인덱스를 생성함으로써 SQL 문장이 조인이 발생할 때 성능저하를 예방할 수 있다.