VT Gerçeklenmesi Ders Notları-#2

Remote: Kullanıcıdan gelen JDBC isteklerini karşılar.

Planner: SQL ifadesi için işleme planı oluşturur ve karşılık gelen ilşkisel cebir ifadesini oluşturur.

Parse: SQL ifadesindeki tablo, nitelik ve ifadeleri ayrıştırır.

Query: Algebra ile ifade edilen sorguları gerçekler.

Metadata: Tablolara ait katalog bilgilerini organize eder.

Record: disk sayfalarına yazma/okumayı kayıt seviyesinde gerçekler.

Transaction&Recovery: Eşzamanlılık için gerekli olan disk sayfa erişimi kısıtlamalarını organize eder ve veri kurtarma için kayıt_defteri (*log*) dosyalarına bilgi girer.

Buffer: En sık/son erişilen disk sayfalarını ana hafıza tampon bölgede tutmak için gerekli işlemleri yapar.

Log: Kayıt_defterine bilgi yazılmasını ve taranması işlemlerini düzenler.

File: Dosya blokları ile ana hafıza sayfaları arasında bilgi transferini organize eder.

- Veri tabanı sunucusunun iç işleyişi
- Eğitimsel Veri Tabanı: **SimpleDB** mimarisi
- Dosya Yönetimi

ÖZET

- VT dersine genel bakış
- Yeni bir açılım: VT iç işleyişi/gerçekleme
- Mevcut çalışmalar
- SimpleDB
    - Ana modülleri (Kullanıcı, Sunucu, Eklentiler)
- SimpleDB üzerinde proje konuları

Veri Tabanı dersi

- Veri tabanı kullanımı
  - Tasarım
  - İlişkisel algebra
  - SQL
  - Veri tabanı uygulamaları

Web-tabanlı uygulamalar

Veri madenciliği ...

- Veri tabanı sisteminin iç işleyişi
  - Eşzamanlılık kontrolü (*concurrency*)
  - Kurtarma (*recovery*)
  - Kayıt organizasyonu *(record management)*
  - İndeksleme (*indexing*)
  - Sorgu işleme (*query processing*)

Kilitleme, çok-versiyonlu eşzamanlılık...

Spanned kayıt organizasyonu, değişken uzunluklu kayıt org.

B+tree,hashing, Çok-boyutlu veri indeksleme

En iyi sorgu ağacının bulunması

Veri tabanı sisteminin iç işleyişinin anlaşılması

- "Basit" bir veri tabanı sistemi uygulamasının yazılması
  - Çok basit
- Açık-kaynak ticari veri tabanı sistemlerinin anlaşılması ve yeni kod eklenmesi
  - Ailamaki, A., and Hellerstein, J. *"Exposing Undergraduate Students to Database System Internals." ACM SIGMOD* (2003),
- Eğitimsel amaçlı bir veri tabanı sisteminin anlaşılması ve yeni kod eklemesi
  - Swart, G. *"MinSQL: A Simple Componentized Database for the Classroom." ACM 2003*
  - *MiniBase : Ramakrishnan, R. and Gehrke, J. Database Management Systems (Third Edition). McGraw-Hill, Boston, 2003.*
  - *"SimpleDB: A Simple Java-Based Multiuser System for Teaching Database Internals". Proc. ACM SIGCSE Conference on Computer Science Education, March 2007.* (http://www.cs.bc.edu/~sciore/simpledb/intro.html)

SimpleDB

- Çok-kulanıcılı, işlemsel (*transactional*) Java tabanlı eğitimsel bir veri tabanı
- Hedef:
  - Okunabilir,
  - Kullanımı kolay,
  - Kolayca değiştirilebilir olması
- Küçük olarak bilinen *DerbyDB*'nin yaklaşık 1/100'ü
- Yaklaşık 3500 satır kod, 85 class, 12 adet paket
  - Kullanıcı-tarafı : JDBC arayüzleri ve sürücünün gerçeklenmesi
  - Temel sunucu-tarafı: iskelet yapı
  - Eklentiler: sorgu işleme verimini arttıran algoritmalar.

SimpleDB: Kullanıcı-tarafı

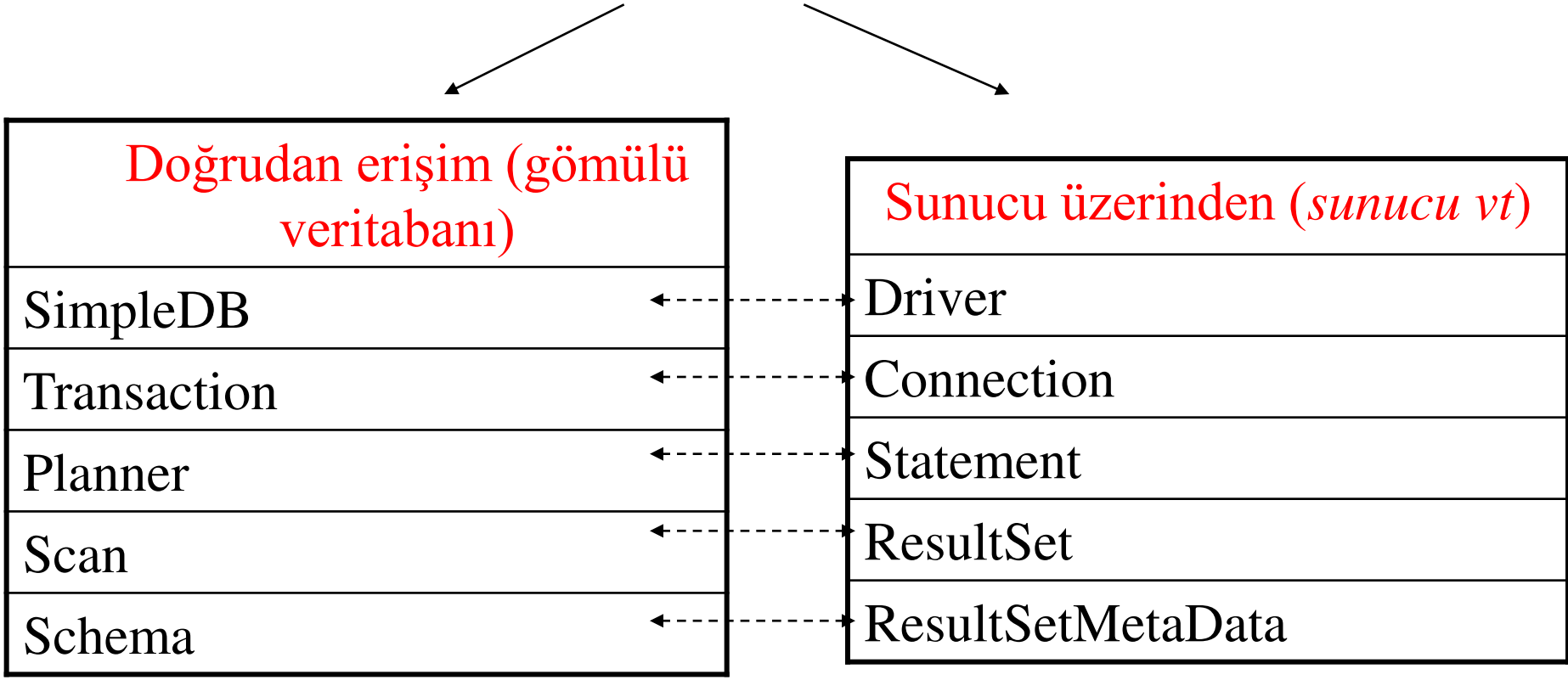
```
String qry = "select sal from EMP where dept = 'sales' ";
Driver d = new SimpleDriver();
Connection c =
    d.connect("jdbc:simpledb://ce.yildiz.edu.tr/MYDB");
Statement s = c.createStatement();
ResultSet r = s.executeQuery(qry);
while (r.next())
    System.out.println(r.getInt("sal"));
r.close();
c.commit();
```

SimpleDB: Temel sunucu-tarafı:

Remote: Kullanıcıdan gelen JDBC isteklerini karşılar.
Planner: SQL ifadesi için işleme planı oluşturur ve karşılık gelen ilşkisel cebir ifadesini oluşturur.
Parse: SQL ifadesindeki tablo, nitelik ve ifadeleri ayrıştırır.
Query: Algebra ile ifade edilen sorguları gerçekler.
Metadata: Tablolara ait katalog bilgilerini organize eder.
Record: disk sayfalarına yazma/okumayı kayıt seviyesinde gerçekler.
Transaction&Recovery: Eşzamanlılık için gerekli olan disk sayfa erişimi kısıtlamalarını organize eder ve veri kurtarma için kayıt_defteri (*log*) dosyalarına bilgi girer.
Buffer: En sık/son erişilen disk sayfalarını ana hafıza tampon bölgede tutmak için gerekli işlemleri yapar.
Log: Kayıt_defterine bilgi yazılmasını ve taranması işlemlerini düzenler.
File: Dosya blokları ile ana hafıza sayfaları arasında bilgi transferini organize eder.

Temel sunucu-tarafı: “Remote”

- 2 tür veri tabanı kullanımı:



Karşılaştırma *(gömülü erişim, istemci sunucu erişimi)*

```
SimpleDB.init("studentdb");
Transaction tx = new Transaction();

Planner planner = SimpleDB.planner();
String qry = "select sname, gradyear from student";
Plan p = planner.createQueryPlan(qry, tx);
Scan s = p.open();

while (s.next())
   System.out.println(s.getString("sname") + " " +
                      s.getInt("gradyear"));
s.close();
tx.commit();
```

(a) Using an embedded database system

Figure 20-1
Two equivalent application program fragments

```
Driver d = new SimpleDriver();
String url = "jdbc:simpledb://localhost";
Connection conn = d.connect(url, null);

Statement stmt = conn.createStatement();
String qry = "select sname, gradyear from student";
ResultSet rs = stmt.executeQuery(qry);

while (rs.next())
   System.out.println(s.getString("sname") + " " +
                      s.getInt("gradyear"));
rs.close();
conn.commit();
```

(b) Using JDBC code

Figure 20-1 *(Continued)*

Ödev ve Proje Örnekleri

- Hafıza Yönetimi:
  - Tampon yöneticisi ve farklı sayfa seçim algoritmaları
- Kayıt Yönetimi:
  - Değişken uzunluklu kayıtların organizasyonu
  - Spanned organizasyonlar
  - Homojen olmayan organizasyonlar
- Indeks oluşturma:
  - Adrese dayalı indeks
  - Cok seviyeli indeks
  - Bileşik nitelikler(composite keys)üzerindeki indeksler
- Sıralama:
  - External sorting
- Kilitlenme denetimi ve çözümü
- Yeni ilişksel algebra operatörlerinin tasarımı ve gerçeklenmesi
- Mevcut SQL'in genişletilmesi.
- "PreparedStatement" gerçeklenmesi
- Toplanma (*aggragation*), *mergesort* ve tekrarların ayıklanması (*dublicate removal*) gibi Sıralamaya dayalı işlemler için verimli harici sıralama algoritmaları..
- Sorgu eniyileme yöntemleri

Disk erişim arayüzü 1: **Blok**

- İşletim sistemi, disk detaylarını *(sektor adresleme, sektör büyüklüğü, veri transferi,veri yerleşimi*) uygulama tarafından saklamak için **blok** arayüzü kullanır.
- **Blok**, disk üzerinde "bir veya daha çok bitişik sektörün oluşturduğu byte dizisi" olup;
  - Büyüklüğü işletim sistemi tarafından belirlenir
  - Bütün disk üzerinde sabittir
  - Ana hafiza ile disk arasındaki minumum transfer edilebilen veri miktarıdır.
  - Disk üzerindeki blok numaraları 0'dan başlar.
- Blok içeriğine erişmek disk üzerinde gerçekleşmiyor. Öncelikle bu bloğun ana hafızaya iletilmesi gerektir. İşte ana hafızada 1 blok için ayrılan bölgeye ise ***sayfa(page*)** adı verilir.
- İşletim sisteminde disk bloklarını kullanan fonksiyonlardan bazıları:
  - *readblock(n,p)*
  - *writeblock(n,p)*
  - *allocate(k,n)*
  - *deallocate(k,n)*

Disk erişim arayüzü 2: **Dosya**

- Kullanıcının diske bakışı: dosyalar ve dosyadaki herhangi bir byte erişmek/değiştirmek
- İşletim sistemindeki **dosya sistemi (*file system*)** bu arayüzü gerçekler.
- Aşağıdaki kod parçası **dosya sistemi arayüzü** ile bilgi erişimi ve değiştirmeyi içeriyor..

```
RandomAccessFile f = new RandomAccessFile("junk", "rws");
f.seek(7992);
int n = f.readInt();
f.seek(7992);
f.writeInt(n+1);
f.close();
```

Figure 12-7
Using the file-system interface to the disk

- Yukarıdaki kod parçası ne yapıyor?
- işletim sistemi/**dosya sistemi** arayüzü sayesinde hangi detaylar kullanıcıdan saklanıyor?
  - Dosya erişim izni
  - **Tampon kullanımı**
  - **Adresleme:** Byte adres → mantıksal blok adres → fiziksel blok adres
  - ...

Dosya sisteminde yapılan Extent-based yerleşim, indeksli yerleşim gibi yöntemler....

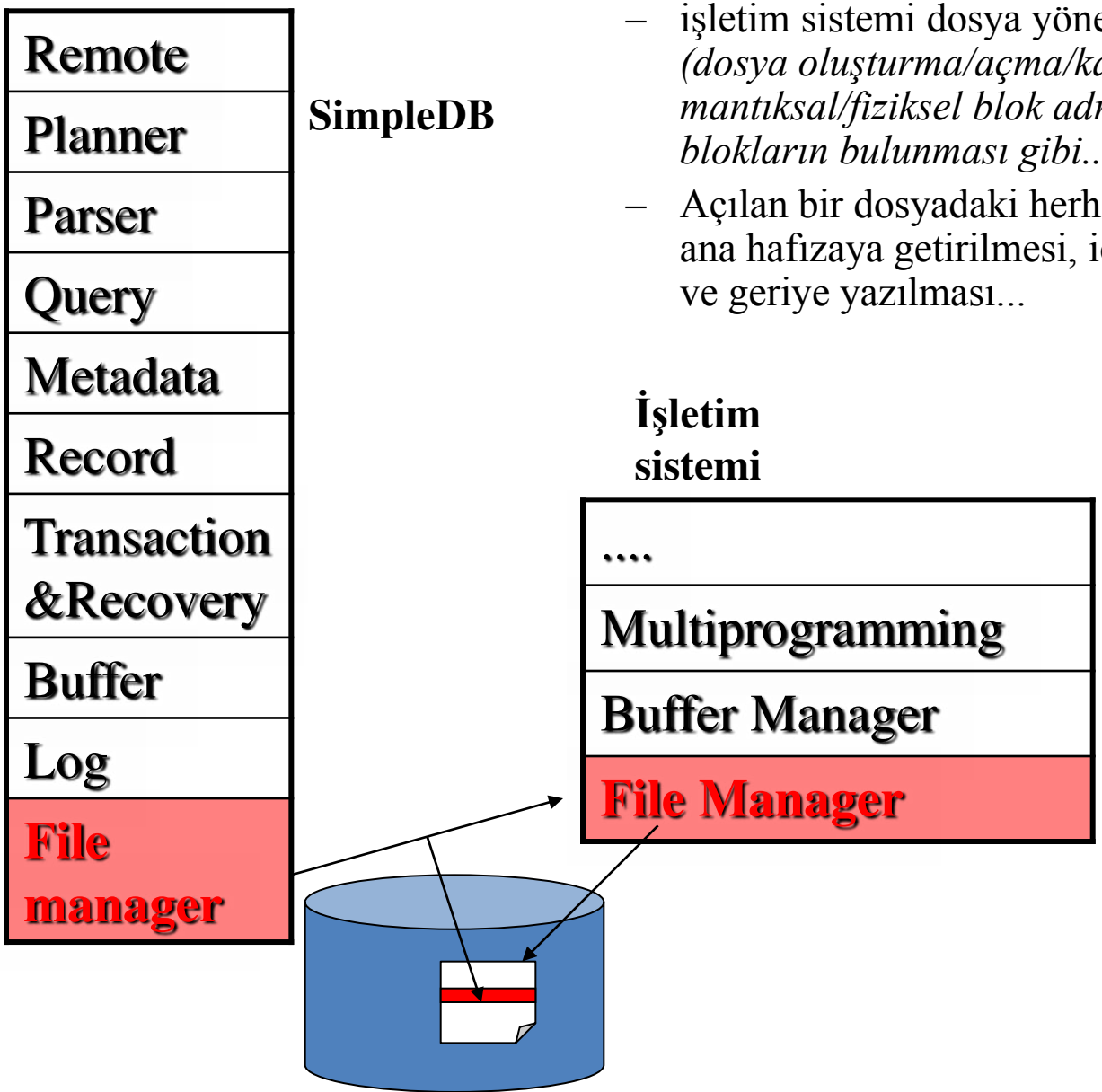
Bir **VTYS** hangi erişim arayüzünü kullanmalı? Blok mu? / Dosya mı?

	Avantajları	Dezavantajları
Blok	◆ Disk blokları tamamiyle VTYS kontrolünde (Örneğin, sık kullanılan bloklar diskin ortasına yerleştirilebilir, çoğu zaman beraber erişilen bloklar diskte yakın yerlere yerleştirilebilir) ◆ Dosya sisteminin bazı kısıtlamalarından kurtulmuş oluyoruz (Örneğin, tablo büyüklüklüğü İşletim sisteminin destekleyebildiği dosya büyüklüğü ile kısıtlı değil!)	◆ Sistem gerçekleme karmaşıklığı yüksek (örneğin blok erişimi nasıl olacak?, hangi bloklar hangi tablolara ait?) ◆ sistem perfomansının ince ayarı (*fine-tuning*) oldukça zor.
Dosya	◆ Gerçeklenmesi oldukça kolay! (her tablo için bir dosya ve dosyadaki kayıtlara erişim dosya sistemi fonksiyonları ile kolayca gerçeklenir) ◆ erişim karmaşıklığı çok az	◆ VTYS, veri yerleşim ve erişim organizasyonlarının verimliliği için blok sınırlarını bilmesi gerekiyor (değişken uzunluklu kayıtları veya spanned organizasyonları düşünün!) ◆ VTYS'nin tampon bölgeyi kullanımı işletim sisteminden çok farklı (ileride anlatılacak...)

- Çözüm: **orta yol!**
- **Veri tabanı tabloları bir veya daha çok dosyada saklanıyor; dosya içeriğine erişim blok seviyesinde *(byte değil!)***
- mantıksal→fiziksel blok dönüşümleri önceki sunudaki gibi İşletim sistemi tarafından gerçekleniyor. (*yani, VTYS'nin veri yerleşiminde bütün diske hakimiyeti yok!*)
- Sistem gerçeklemedeki bu orta yol bir çok VTYS'de kullanılmaktadır (MSAccess, Oracle ve **SimpleDB**)

SimpleDB: File Manager

- SimpleDB dosya yöneticisi *(simpledb.file package)*,
  - işletim sistemi dosya yöneticisinin hizmetlerini kullanır *(dosya oluşturma/açma/kapama, rastgele erişim, mantıksal/fiziksel blok adres dönüşümü, diskteki blokların bulunması gibi....)*
  - Açılan bir dosyadaki herhangi bir bloğa erişim, bloğun ana hafızaya getirilmesi, içeriğinin okunup değiştirilmesi ve geriye yazılması...



- Bir **SimpleDB** veri tabanı birden çok dosyadan oluşuyor:
  - Her tablo için 1 dosya
  - Her index için 1 dosya
  - 1 adet log dosyası
  - Birden çok katalog dosyaları

SimpleDB File Manager API ve örnek kullanımı

Block Blok: bilgi içermiyor! sadece referans,

```
public Block(String filename, int blknum);
public String  fileName();
public int     number();
```

Mantıksal blok no

Page Sayfa: bilgi içeriyor!

```
public Page();
public int     getInt(int offset);
public void    setInt(int offset, int val);
public String  getString(int offset);
public void    setString(int offset, String val);

public void    read(Block blk);
public void    write(Block blk);
public Block   append(String filename);
```

FileMgr İşletim sistemi ile bağlantıya geçen birim!

```
public FileMgr(String dirname);
public boolean isNew();
public int     size(String filename);
```

Figure 12-11
The API for the SimpleDB file manager

```
SimpleDB.initFileMgr("studentdb");
FileMgr fm = SimpleDB.fileMgr();

Block blk1 = new Block("student.tbl", 0);
Page p1 = new Page();
p1.read(blk1);
String sname = p1.getString(46);
int gy = p1.getInt(38);
System.out.println(sname + " has gradyr " + gy);

Page p2 = new Page();
p2.setString(16, "tim");
p2.setInt(8, 2012);
Block blk2 = p2.append("student.tbl");
```

Figure 12-12
Using the SimpleDB file manager

Blok, Sayfa sınıflarının gerçeklenmesi:

```
public class Block {
   private String filename;
   private int blknum;

   public Block(String filename, int blknum) {
     this.filename = filename;
     this.blknum   = blknum;
   }

   public String fileName() {
     return filename;
   }

   public int number() {
     return blknum;
   }

   public boolean equals(Object obj) {
     Block blk = (Block) obj;
     return filename.equals(blk.filename) &&
            blknum == blk.blknum;
   }

   public String toString() {
     return "[file " + filename + ", block " + blknum + "]";
   }

   public int hashCode() {
     return toString().hashCode();
   }
}
```

Figure 12-13
The code for the SimpleDB class *Block*

```
public class Page {
   public static final int BLOCK_SIZE = 400;
   public static final int INT_SIZE = Integer.SIZE /
                                      Byte.SIZE;
   public static final int STR_SIZE(int n) {
      float bytesPerChar =
  Charset.defaultCharset().newEncoder().maxBytesPerChar();
      return INT_SIZE + (n * (int)bytesPerChar);
   }

   private ByteBuffer contents =
            ByteBuffer.allocateDirect(BLOCK_SIZE);
   private FileMgr filemgr = SimpleDB.fileMgr();

   public synchronized void read(Block blk) {
      filemgr.read(blk, contents);
   }

   public synchronized void write(Block blk) {
      filemgr.write(blk, contents);
   }

   public synchronized Block append(String filename) {
      return filemgr.append(filename, contents);
   }

   public synchronized int getInt(int offset) {
      contents.position(offset);
      return contents.getInt();
   }

   public synchronized void setInt(int offset, int val) {
      contents.position(offset);
      contents.putInt(val);
   }

   public synchronized String getString(int offset) {
      contents.position(offset);
      int len = contents.getInt();
      byte[] byteval = new byte[len];
      contents.get(byteval);
      return new String(byteval);
   }

   public synchronized void setString(int offset,
                                      String val) {
      contents.position(offset);
      byte[] byteval = val.getBytes();
      contents.putInt(byteval.length);
      contents.put(byteval);
   }
}
```

Contents, OS tampon bölgesi içinde

Sayfanın sınırını taşma kontrolünü yapmadık?

Neden "**sync**" kullanılmış? Kullanılmasaydı neler olabilirdi?

Figure 12-14 *(Continued)*

FileMgr sınıfının gerçeklenmesi

Bir **SimpleDB** instance, sadece 1 FileMgr'a sahiptir. Bu FileMgr'ı server.SimpleDB oluşturur.

```
public class FileMgr {
   private File dbDirectory;
   private boolean isNew;
   private Map<String,FileChannel> openFiles =
                    new HashMap<String,FileChannel>();

   public FileMgr(String dbname) {
      String homedir = System.getProperty("user.home");
      dbDirectory = new File(homedir, dbname);
      isNew = !dbDirectory.exists();

      // create the directory if the database is new
      if (isNew && !dbDirectory.mkdir())
         throw new RuntimeException();

      // remove any leftover temporary tables
      for (String filename : dbDirectory.list())
         if (filename.startsWith("temp"))
            new File(dbDirectory, filename).delete();
   }

   synchronized void read(Block blk, ByteBuffer bb) {
      try {
         bb.clear();
         FileChannel fc = getFile(blk.fileName());
         fc.read(bb, blk.number() * bb.capacity());
      }
      catch (IOException e) {
         throw new RuntimeException();
      }
   }

   synchronized void write(Block blk, ByteBuffer bb) {
      try {
         bb.rewind();
         FileChannel fc = getFile(blk.fileName());
         fc.write(bb, blk.number() * bb.capacity());
      }
      catch (IOException e) {
         throw new RuntimeException();
      }
   }
```

Figure 12-15
The code for the SimpleDB class *FileMgr*

```
   synchronized Block append(String filename,
                             ByteBuffer bb) {
      try {
         FileChannel fc = getFile(filename);
         int newblknum = size(filename);
         Block blk = new Block(filename, newblknum);
         write(blk, bb);
         return blk;
      }
      catch (IOException e) {
         throw new RuntimeException();
      }
   }

   public synchronized int size(String filename) {
      try {
         FileChannel fc = getFile(filename);
         return (int)(fc.size() / Page.BLOCK_SIZE);
      }
      catch (IOException e) {
         throw new RuntimeException();
      }
   }

   public boolean isNew() {
      return isNew;
   }

   private FileChannel getFile(String filename)
                        throws IOException {
      FileChannel fc = openFiles.get(filename);
      if (fc == null) {
         File dbTable = new File(dbDirectory, filename);
         RandomAccessFile f =
                        new RandomAccessFile(dbTable, "rws");
         fc = f.getChannel();
         openFiles.put(filename, fc);
      }
      return fc;
   }
}
```

Figure 12-15 *(Continued)*

's', OS'nin kendi tampon bölgesindeki sayfayı **hemen** diske yazmasını sağlıyor

Read, write ve append fonksiyonlarının her biri sadece 1 disk erişimine neden olur..

Birim test (*unit test)*

- Servis sağlayıcının kodunu değiştirip JDBC istemci ile kodu test etmek hem zor hem masraflı
- Birim test ile sadece ilgili paket içerisinde test senaryosu yazıp, sadece o paketi test etmek mümkün. *(Örneğin, Sunu:15, fig.12.12 bir birim test olarak düşünülebilir.)*