14. Objektum-orientált tervezés

Kérdések

- Hogyan lehet a szoftvert egymással kapcsolatban lévő, önálló működésű, saját állapottal rendelkező objektumok halmazaként leírni?
- Mik az objektum-orientált tervezés lépései?
- Milyen típusú modellek használhatók egy objektum-orientált terv leírására?
- Hogyan használható az UML ezen modellek reprezentálására?

Tartalom

- Objektumok és objektum-osztályok
- Egy objektum-orientált tervezési eljárás
- A terv evolúciója

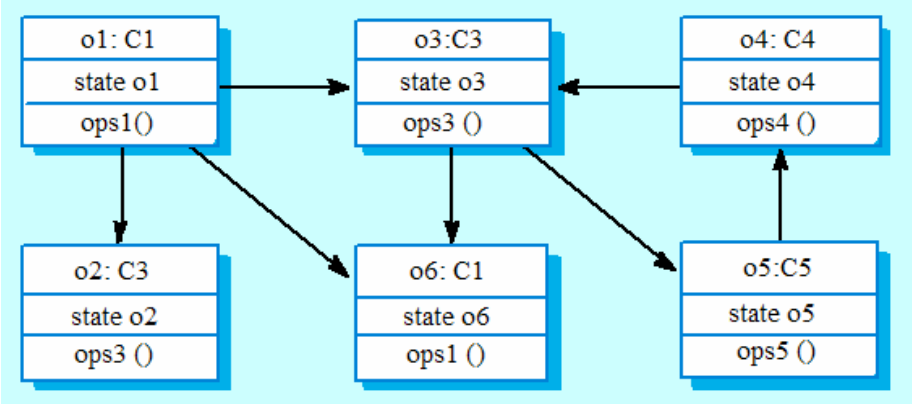
Objektum-orientált tervezés

- Az objektum-orientált Analízis (OOA), Tervezés (OOT) és Programozás (OOP) egymással kapcsolatban állnak, de különböző fogalmak
- Az OOA a felhasználói környezet modelljének kidolgozásával foglalkozik.
- Az OOT a követelményeket kielégítő rendszer modelljének kidolgozásával foglalkozik.
- Az OOP az OOT realizálásával foglalkozik egy OO nyelv (pl. Java, C++) segítségével.

Az OOT jellemzői

- Az objektumok a való világ entitásainak reprezentációi, amelyek önmagukat menedzselik.
- Az objektumok önállóak és saját, a külvilág számára közvetlenül nem látható állapottal rendelkeznek.
- A rendszer funkcionalitását objektumok szolgáltatásaiként reprezentáljuk.
- Közös adatterületek nem léteznek. Az objektumok üzenetekkel kommunikálnak.
- Az objektumok lehetnek elosztottak, végrehajtásuk lehet szekvenciális vagy párhuzamos.

Objektumok interakciója



Az OOT előnyei

- Könnyű kezelhetőség. Az objektumok önálló entitásokként foghatók fel.
- Az objektumok potenciálisan újrafelhasználható komponensek.
- Sok rendszerben a való világ entitásai könnyen és értelemszerűen képezhetők le a rendszer objektumaira.

Objektumok és objektum-osztályok

- A objektumok a szoftver rendszer entitásai, amelyek a való világ és a rendszer entitásait reprezentálják.
- Az objektum-osztályok objektumok sablonjai. Belőlük objektumok hozhatók létre.
- Az objektum-osztályok más objektum-osztályoktól attribútumokat és szolgáltatásokat örökölhetnek.

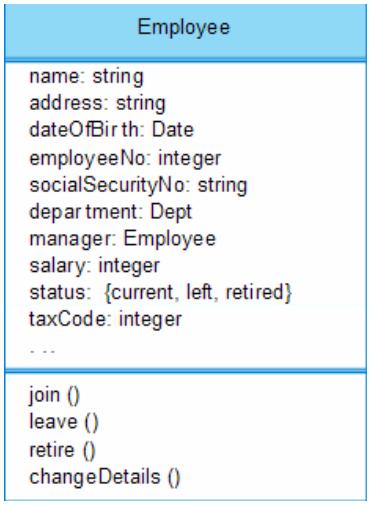
Objektumok és objektum-osztályok

Egy objektum olyan entitás, amelynek van állapota és egy meghatározott operáció-készlete ezen állapot felett. Az állapotot az objektum attribútum-halmaza reprezentálja. Az objektumhoz tartozó operációk más objektumok (kliensek) számára nyújtanak szolgáltatásokat, melyeket azok valamilyen számítási igény felmerülése esetén kérhetnek. Az objektumokat valamely objektum-osztály definíciója alapján hozzuk létre. Az objektum osztály definíciója az objektumok számára „sablon”-ként szolgál. Tartalmazza az adott objektum-osztályhoz tartozó összes attribútum és szolgáltatás deklarációját.

Az UML (Unified Modeling Language)

- Az 1980-as és ‘90-es években számos jelölés-rendszert javasoltak az OO tervek leírására.
- Az UML ezek egyesítéseként született.
- Az OO analízis és tervezés során használt számos modell leírási módját tartalmazza.
- Manapság ez az OO modellezés *de facto* szabványa.

Az alkalmazott (employee) objektum-osztálya (UML)



Az objektumok kommunikációja

- Elvileg az objektumok üzeneteken keresztül kommunikálnak.
- Üzenetek
  - A hívó objektum által kért szolgáltatás neve;
  - A szolgáltatás végrehajtásához szükséges információ másolata, valamint az eredmény tárolójának neve.
- A gyakorlatban az üzenteket gyakran eljárás-hívással implementáljuk:
  - Név = eljárás neve;
  - Információ = paraméter-lista.

Példák üzenetekre

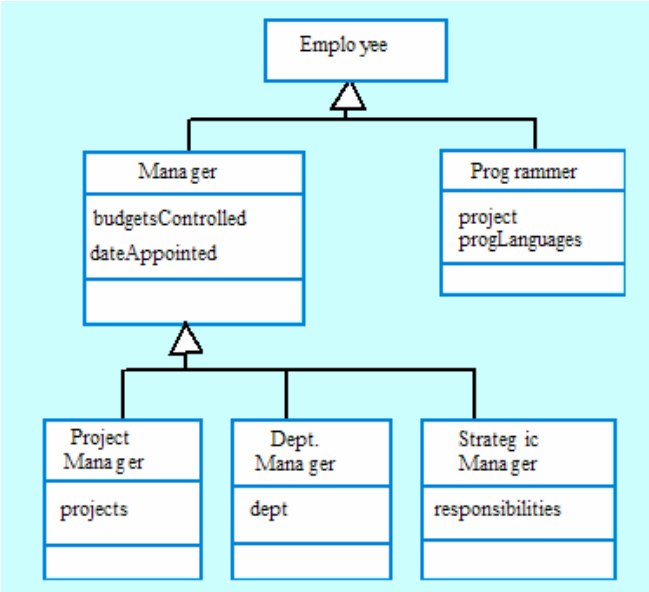
```
// Egy puffer-objektumhoz tartozó
// hívás, amely a puffer következő
// elemét adja vissza
        v = circularBuffer.Get () ;

// Egy termosztát-objektumhoz tartozó
// hívás, amely beállítja a tartani kívánt
// hőmérséklet értékét
        thermostat.setTemp (20) ;
```

Általánosítás és öröklés

- Az objektumok azon osztályok tagjai, amelyek az attribútumait és az operációt definiálják.
- Az osztályok egy osztály-hierarchiába szervezhetők, ahol egy osztály (szuper-osztály) egy vagy több osztály (al-osztály) általánosítása lehet.
- Az al-osztály örökli a szuper-osztály attribútumait és operációit, valamint saját metódusokat és attribútumokat adhat ezekhez.
- Az UML-beli általánosítást az OO nyelvek öröklésként implementálják.

Az általánosítás-hierarchia



Az öröklés előnyei

- Egy absztrakciós mechanizmus, amely entitások osztályozására használható.
- Egy újrafelhasználási mechanizmus, amely a tervezés és programozás szintjén is használható.
- Az öröklési gráf alkalmazási környezetek és rendszerek szerveződéséről szolgáltat információt.

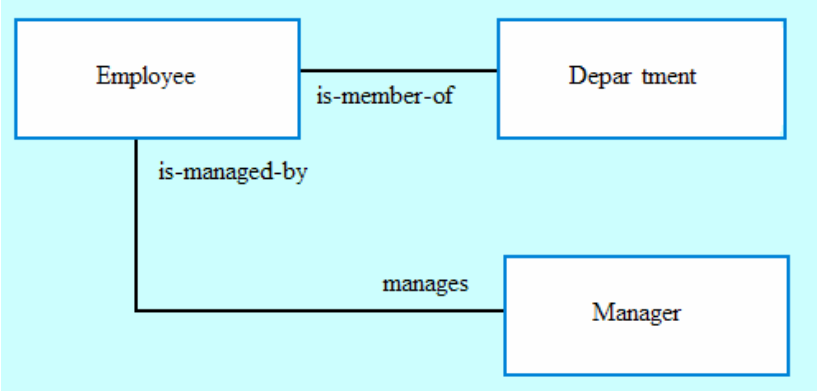
Az öröklés problémái

- Az objektum-osztályok nem „önjáróak”. A megértésükhöz szükséges a szuper-osztályuk ismerete is.
- A tervezők gyakran újrahasznosítják az analízis során készített öröklési gráfot. Ez a hatékonyság kárára válhat.
- Az analízis, tervezés és implementáció során használt öröklési gráfok célja más és más, ezeket egymástól függetlenül kell kezelni.

Az UML asszociációi

- Az objektumok és objektum-osztályok más objektumokkal és objektum-osztályokkal lehetnek kapcsolatban.
- A UML-ben az általánosított kapcsolatot az asszociációval jelezzük.
- Az asszociációkon külön szöveges információ írhatja le az asszociáció jellegét.

Példa: egy asszociáció-modell



Konkurens objektumok

- Az objektumok önálló entitások, így alkalmasok párhuzamos implementációra.
- Az objektum-kommunikáció üzenet-modelljét közvetlenül lehet implementálni, ha az objektumok egy elosztott rendszerben, különböző processzorokon futnak.

Szerverek és aktív objektumok

- Szerverek
  - Az objektumot párhuzamos folyamatként (szerver) implementáljuk, ahol az objektum operációi belépési pontok lesznek. Ha nincs hívás az objektumra, akkor az felfüggeszti magát és várakozik további szolgáltatás-hívásokra.
- Aktív objektumok
  - Az objektumot párhuzamos folyamatként implementáljuk. A belső állapotokat az objektum maga is megváltoztathatja, nem kell hozzá külső hívás.

Példa: aktív *transponder* objektum

- Az aktív objektumok attribútumait operációkkal is megváltoztathatjuk, de autonóm módon, belső műveletekkel ezt maguk is megtehetik.
- Egy transponder objektum egy repülőgép pozíció adatait szolgáltatja. A pozíciót egy műholdas rendszer segítségével határozza meg: az objektum periodikusan változtatja a *pozíció* attribútumát a műholdas háromszögelés segítségével.

```
class Transponder extends Thread {
      Position currentPosition ;
      Coords c1, c2 ;
      Satellite sat1, sat2 ;
      Navigator theNavigator ;
      public Position givePosition ()
      {
            return currentPosition ;
      }
      public void run ()
      {
            while (true)
            {
                  c1 = sat1.position () ;
                  c2 = sat2.position () ;
                  currentPosition = theNavigator.compute (c1, c2) ;
            }

      }

} //Transponder
```

Java szálak

- A Jáva szálai (thread) egyszerű módszert adnak konkurens objektumok implementálására.
- A szálnak tartalmazni kell egy run() metódust, amit a Java futtató rendszere indít el.
- Az aktív objektumok tipikusan egy végtelen ciklust tartalmaznak.

Az objektum-orientált tervezés folyamata

- Strukturált tervezési módszer, melynek során több, különböző rendszermodell kerül kifejlesztésre.
- Ezen modellek fejlesztése és karbantartása nagy erőfeszítést igényel, ami kis rendszerek esetén nem kifizetődő.
- Nagy rendszerek esetén, amelyeket több csoport fejleszt, a tervezési modellek alapvető kommunikációs mechanizmust biztosítanak.

A folyamat elemei

- A legfontosabb tevékenységek:
  - A rendszer kontextusának és felhasználási módozatainak definiálása;
  - A rendszer-architektúra tervezése;
  - Az alapvető rendszerobjektumok meghatározása;
  - A tervezési modellek kidolgozása;
  - Az objektum interfészek specifikálása.

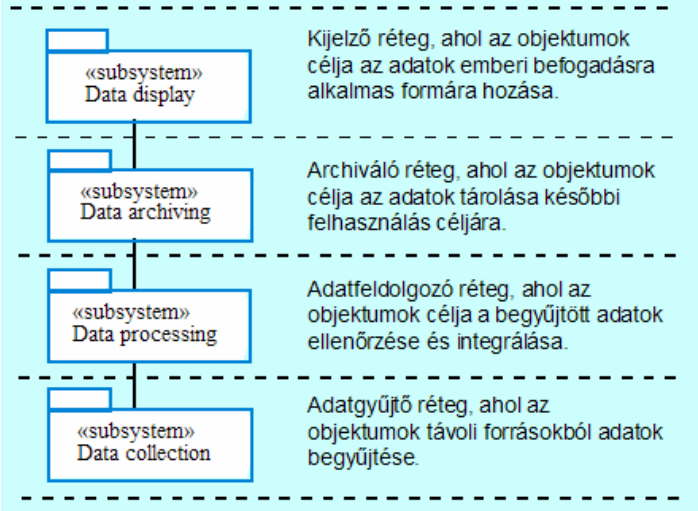
Példa: Meteorológiai rendszer

A meteorológiai térképgeneráló rendszer meteorológiai térképeket generál távoli meteorológiai állomások és más források (pl. megfigyelők, léggömbök, műholdak) adatainak felhasználásával. A meteorológiai állomások adataikat a körzeti számítógépekhez továbbítják azok kérésére. A körzeti számítógépes rendszer validálja az összegyűjtött adatokat és összesíti más forrásokból származó adatokkal. Az integrált adatokat archiválják. Az archívum adatainak és egy digitalizált térkép adatbázisnak felhasználásával helyi időjárási térképeket generálnak. A térképek speciális térkép-nyomtatók felhasználásával kinyomtathatók, vagy különféle formátumokban kijelezhetők.

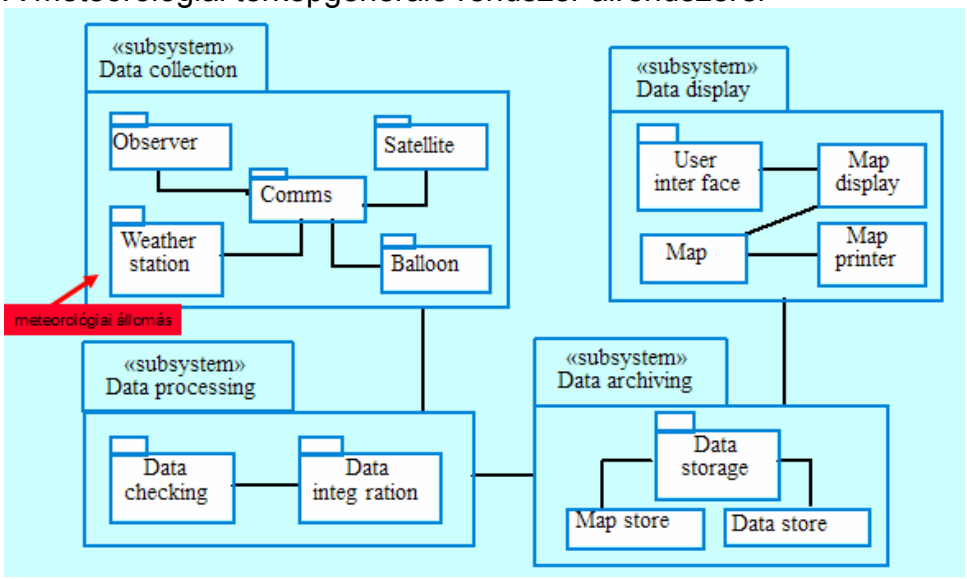
A rendszer kontextusa és felhasználási módozatai

- A fejlesztendő szoftver és külső környezete közti kapcsolatok feltérképezése
- A rendszer kontextusa
  - Statikus modell, amely leírja a környezetben levő más rendszereket. Alrendszer (*subsystem*) modellek használhatók más rendszerek jelzésére. A következő ábra a meteorológiai állomás (*weather station*) körüli rendszereket mutatja.
- A rendszerhasználat modellje
  - Dinamikus modell, amely a rendszer és környezetének interakcióját mutatja be. *Use-case* modellek használhatók az interakciók leírására.

Réteges szerkezet



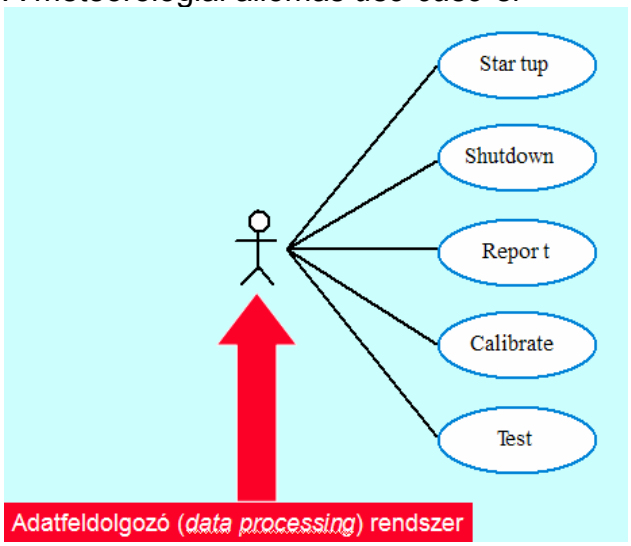
A meteorológiai térképgeneráló rendszer alrendszerei



Use-case modellek

- *Use-case* modellek használatával a rendszer valamennyi interakciója leírandó.
- A *use-case* modellek a rendszer szolgáltatásait ellipszisek segítségével jelölik. Az interakcióban résztvevő entitást pálcikaember jelzi.

A meteorológiai állomás *use-case*-ei



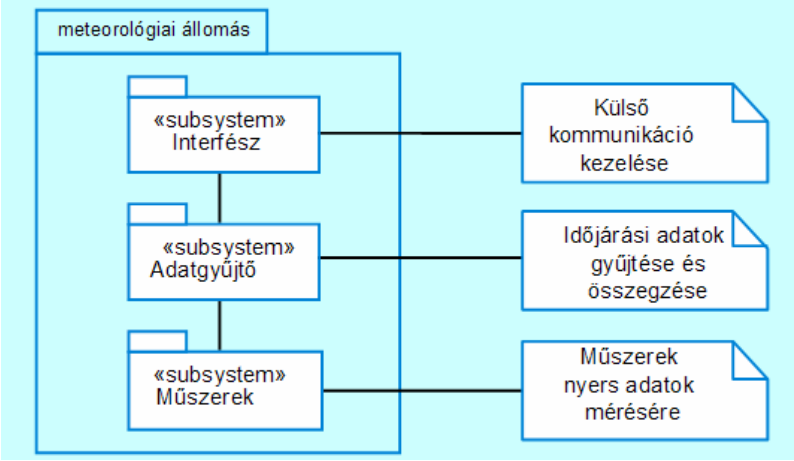
Egy *use-case* leírása

System	Meteorológiai állomás
Use-case	Adatküldés (Report)
Actors	Időjárás adatgyűjtő rendszer (*data collection*), Meteorológiai állomás (*weather station*)
Data	A meteorológiai állomás elküldi a műszerek által az előző adatgyűjtési periódus alatt szerzett adatok összesítését az időjárás adatgyűjtő rendszernek. Az elküldött adatok a következők: maximum, minimum és átlagos hőmérséklet, maximum, minimum és átlagos légnyomás, maximum, minimum és átlagos szélsebesség, teljes csapadékmennyiség, valamint a szélirány 5 perces intervallumokban mintavételezve.
Stimulus	Az időjárás adatgyűjtő rendszer modemes kapcsolatot hoz létre a meteorológiai állomással és kéri az adatok elküldését.
Response	Az összegzett adatok elküldése az időjárás adatgyűjtő rendszerbe.
Comments	A meteorológiai állomásokat általában óránként egyszer kérdezik le, de ez a gyakoriság állomásról állomásra más és más érték lehet és a jövőben változhat.

Az architektúra tervezése

- A rendszer és környezete közötti interakciók megértése után ez az információ felhasználható a rendszer-architektúra tervezésére.
- A meteorológiai állomás céljára egy réteges szerkezet alkalmas :
  - *Interfész réteg*: kommunikáció kezelése;
  - *Adatgyűjtő réteg*: a műszerek kezelése;
  - *Műszerek réteg*: adatgyűjtés.
- Egy architektúra-modell ne tartalmazzon több, mint 7 entitást.

A meteorológiai állomás architektúrája



Objektumok azonosítása

- Az objektumok (vagy inkább objektum-osztályok) identifikációja, azonosítása az OO tervezés legnehezebb lépése.
- Az objektumok identifikálására nincs „mágikus módszer”. A rendszertervező tapasztalatától, gyakorlatától, valamint az alkalmazási környezetről szerzett tudásától függ.
- Az objektum-identifikáció iteratív eljárás. Nagyon valószínűtlen, hogy elsőre sikerül.

Az identifikáció lehetséges módszerei

- A rendszer természetes nyelvi leírásán végzett nyelvi elemzés (A HOOD OOT módszerben használt)
- Az alkalmazási környezetbeli kézzelfogható dolgok alapján.
- Viselkedési megközelítés: mely objektumok mely viselkedésben vesznek részt.
- Szcenárió-alapú analízis: minden szcenárióban azonosítjuk az objektumokat, attribútumokat és a metódusokat.

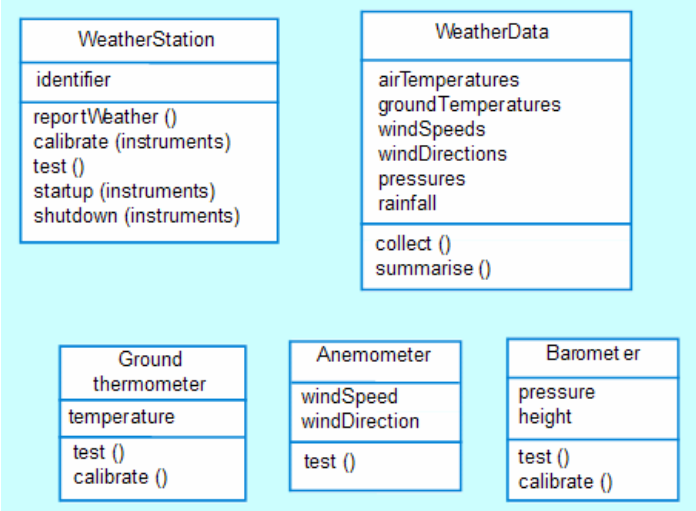
A meteorológiai állomás leírása

A meteorológiai állomás szoftver-vezérelt műszerek együttese, amely adatokat gyűjt, adatfeldolgozást végez, valamint továbbítja ezen adatokat további feldolgozás céljából. A műszerek között megtalálhatók hőmérők, szélirány- és szélsebességmérő, barométer és csapadékmérő. Az adatok gyűjtése periodikusan történik. Amikor adatok továbbítására kérés érkezik, a meteorológiai állomás feldolgozza és összegzi az összegyűjtött adatokat. Az összegzett időjárási adatok a térképező számítógépbe továbbítódnak, amikor erre kérés érkezik.

A meteorológiai állomás objektum osztályai (nem teljes lista)

- Hőmérő, szélmérő, barométer
  - Az alkalmazási környezet objektumai. „Hardver” objektumok, amelyek a rendszerben található műszerekhez kapcsolódnak.
- Meteorológiai állomás
  - A meteorológiai állomás alapvető interfésze a környezete felé. A use-case-ekben identifikált interakciókat tükrözi.
- Időjárási adatok
  - A műszerekből gyűjtött összesített adatok.

A meteorológiai állomás objektum osztályai



További objektumok és objektumok finomítása

- Az alkalmazási környezetről gyűjtött információk alapján további objektumok és operációk azonosítása
  - A meteorológiai állomásoknak egyéni azonosító kell;
  - A meteorológiai állomások távoli helyeken üzemelhetnek, így a műszerek meghibásodását automatikusan jelenteni kell. Az önellenőrzéshez további attribútumok és operációk kellenek.
- Aktív vagy passzív objektumok
  - Ebben az esetben az objektumok passzívak, az adatgyűjtést kérésre, és nem autonóm módon végzik. Előny: rugalmas rendszer; hátrány: időzítések azonosak.

Tervezési modellek

- A tervezési modellek az objektumokat, objektum-osztályokat, valamint ezen entitások közötti kapcsolatokat írják le.
- A statikus modellek a rendszer statikus struktúráját írják le objektum-osztályok és relációik segítségével.
- A dinamikus modellek az objektumok közötti dinamikus interakciókat írják le.

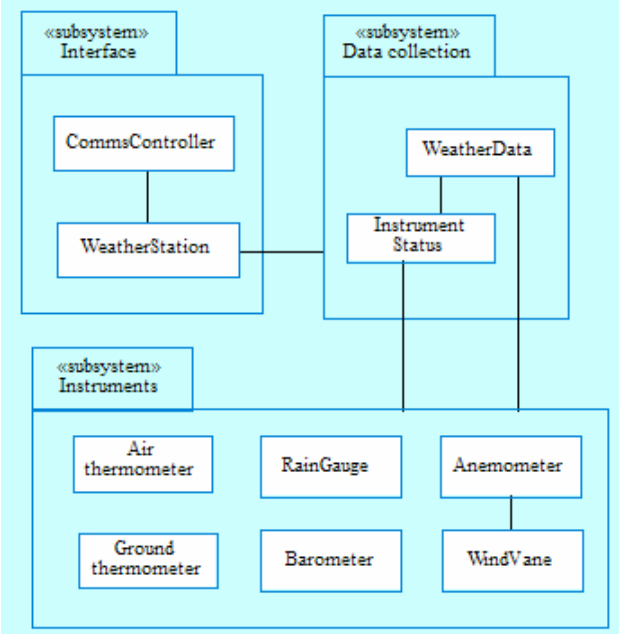
Példák tervezési modellekre

- Alrendszer (*sub-system*) modellek, amelyek az objektumok koherens alrendszerekre való logikus csoportosítását adják.
- A szekvencia-diagramok az objektumok közötti interakciók sorozatát írják le.
- Az állapotgép-modellek azt írják le, hogy az egyes objektumok hogyan változtatják állapotukat eseményekre reagálva.
- Egyéb modellek: use-case modellek, aggregációs modellek, általánosítási modellek, stb...

Alrendszer modellek

- A terv logikusan kapcsolódó csoportokba való szervezését mutatja be.
- Az UML-ben ezeket csomagok (package) formájában használjuk. Ez egy logikai modell, a rendszerben az objektumok valódi csoportosítása ettől különbözhet.

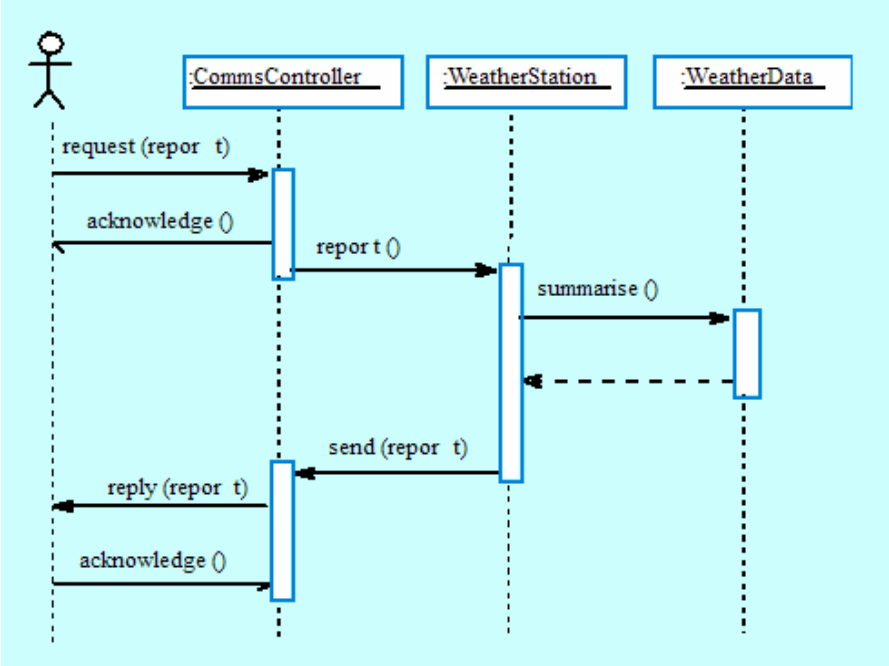
A meteorológiai állomás alrendszerei



Szekvencia-modellek

- Az objektum-interakciók sorozatát mutatják
  - Az objektumok az ábra tetején, vízszintesen egymás mellett vannak elhelyezve;
  - Az idő függőlegesen, fentről lefelé telik;
  - Az interakciókat (szöveges) nyilak jelzik, különböző formájú nyilak különböző típusú interakciókat reprezentálnak;
  - Az objektum vonalán egy vékony téglalap jelzi azt az időtartamot, amíg az objektum a rendszert vezérlő objektuma.

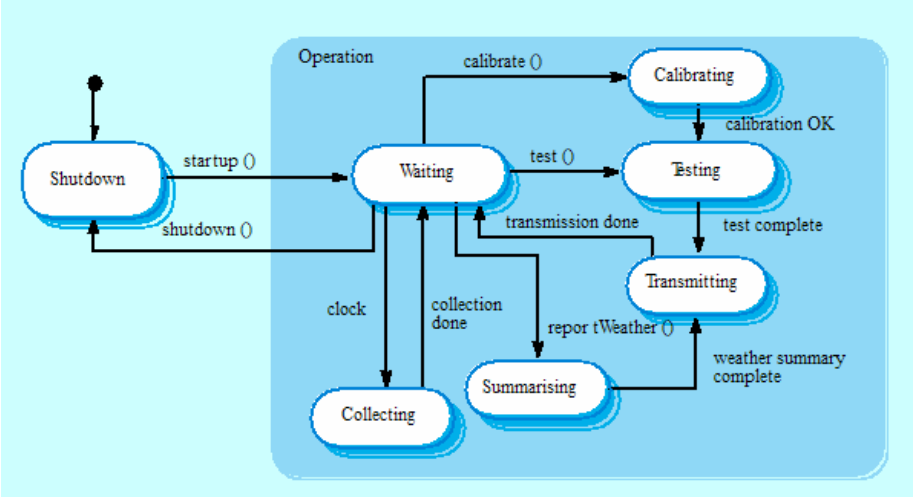
Az adatgyűjtés-szekvencia



Állapotdiagramok (*statechart*)

- Hogyan reagál az objektum különböző szolgáltatás-kérésekre, valamint milyen állapot-átmeneteket triggerelnek ezek a kérések
  - Ha az objektum *Shutdown* állapoban van, akkor csak a Startup() üzenetre reagál;
  - A *Waiting* állapotban az objektum további üzenetekre vár:
    - A reportWeather() üzenetre a rendszer a *Summarising* állapotba megy át;
    - A calibrate() üzenetre a rendszer a *Calibrating* állapotba megy át;
    - A *Collecting* állapotba óraütésre (*clock* üzenet) megy át.

A meteorológiai állomás állapot-diagramja



Objektum interfészek specifikációja

- Az objektumok interfészeit definiálni kell, hogy az objektumok és más komponensek párhuzamosan fejleszthetők legyenek.
- A tervezés során el kell kerülni az interfész *reprezentáció* tervezését. Ezt az objektumba kell rejteni.
- Az objektumoknak számos interfésze lehet, amelyek a szolgáltatott különféle metódusokra jellemzőek.
- Az UML-ben osztály-diagramot használunk az interfészek specifikálására, de pl. a Java nyelv is használható e célra.

A meteorológiai állomás interfésze

```
interface WeatherStation {

      public void WeatherStation () ;

      public void startup () ;
      public void startup (Instrument i) ;

      public void shutdown () ;
      public void shutdown (Instrument i) ;

      public void reportWeather ( ) ;

      public void test () ;
      public void test ( Instrument i ) ;

      public void calibrate ( Instrument i) ;

      public int getID () ;

} //WeatherStation
```

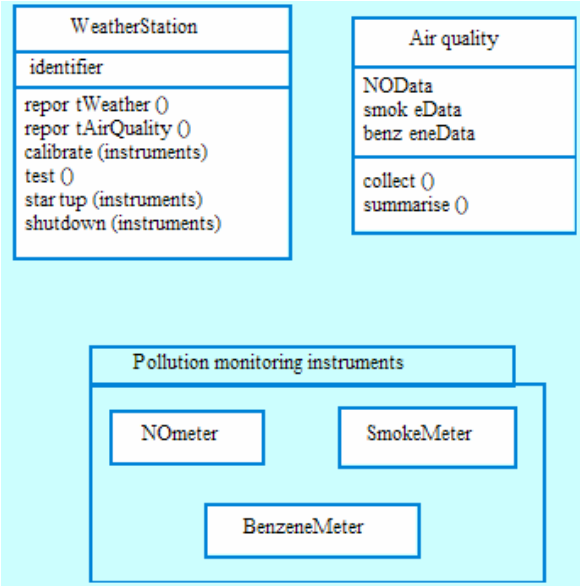
A terv evolúciója

- Az objektumokba való információ-rejtés következménye, hogy az objektumon végrehajtott változások nem befolyásolnak más objektumokat előre nem látható módon.
- Példa:
  - légszennyezettség-mérést kell a meteorológiai állomás szolgáltatásaihoz adni (a levegő mintavételezéséből kiszámítja az atmoszférában jelenlevő különféle szennyező anyagok mennyiségét).
  - A légszennyezettség-adatokat az időjárási adatokkal együtt továbbítjuk.

A szükséges változtatások

- Hozzáadjuk az Air quality objektum-osztályt a WeatherData mellé.
- A WeatherStation objektum-osztályt kiegészítjük a reportAirQuality operációval. A vezérlő szoftvert kiegészítjük a szennyezettség-értékek gyűjtésével.
- A légszennyezést mérő műszereket jelképező objektumokat adunk a rendszerhez.

Légszennyezés-monitorozás



Összefoglalás

- Az OOT olyan tervezési megoldás, ahol a komponenseknek saját állapotaik és operációik vannak.
- A objektumoknak rendelkezniük kell létrehozó (constructor) és megfigyelő (inspection) operációkkal. Ezek más objektumok számára biztosítanak szolgáltatásokat.
- Az objektumok soros vagy párhuzamos módon is implementálhatók.
- Az UML (Unified Modeling Language) számos jelölési módot biztosít különféle objektum-modellek definiálásához.
- Az objektum-orientált tervezési folyamat során számos különböző objektum-modellt hozunk létre. Ezek statikus vagy dinamikus rendszermodellek lehetnek.
- Az objektumok interfészeit precízen definiálni kell pl. egy programozási nyelv (pl. Java) segítségével.
- Az objektum-orientált tervezés nagy valószínűséggel leegyszerűsíti a rendszer evolúcióját.