Rendszerintegráció és -felügyelet laboratórium (VIMIM309)

OSGi szolgáltatások fejlesztése

Mérési segédlet

Készítette: Izsó Benedek, Ujhelyi Zoltán

Utolsó módosítás: 2013. március 16.

Verzió: 1.3

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

1 Bevezető

A labor során a méréseket végző hallgató a gyakorlatban is megismerkedik a rendszerintegráció és rendszerfelügyelet során használatos módszerekkel és eszközökkel. Végigköveti egy elosztott alkalmazás megvalósításának és felügyeletének legfontosabb lépéseit, ipari környezetben használt integrációs köztes réteg (middleware) technológiák és felügyeleti eszközök használatával. A mérések a következő témakörökhöz kapcsolódnak:

- Munkafolyamatok megvalósítása Java nyelven
- Rendszerfelügyelet komplexesemény-feldolgozással
- Megbízható üzenetküldés IBM WebSphere MQ alapon
- Kommunikáció JMS és JMX technológia segítségével
- OSGi szolgáltatások fejlesztése
- Modell alapú eszközintegráció elosztott környezetben
- Felügyeleti adatok vizuális elemzése

A mérés során a hallgató a korábban elkészített folyamat csomópontjait OSGi szolgáltatásokként valósítja meg, majd a munkafolyamatot e szolgáltatások meghívásaként valósítja meg.

2 Szolgáltatásfejlesztés OSGi platform felett

Az OSGi platform egy Java nyelv felett futó keretrendszer, melynek célja bővíthető Java alkalmazások fejlesztésének támogatása. Ehhez egy dinamikus bővítményrendszert biztosít, kezelve a csomagok futásidejű megjelenítését illetve eltűnését, valamint lehetőséget nyújt szolgáltatások definiálására.

E tulajdonságai sok területen felhasználhatóvá teszik az OSGi keretrendszert, például integrált fejlesztőeszközökben (Eclipse, Netbeans), alkalmazásszerverekben (Eclipse Virgo, GlassFish, JBoss Application Server, Oracle Weblogic, IBM WebSphere AS) vagy akár teljesen más alkalmazásokban (DataNucleus – perzisztenciakezelés SOA környezetben, Atlassian Confluence – enterprise wiki rendszer) használják.

Az OSGi platformnak többféle implementációja létezik: az Eclipse keretrendszer alapjául szolgáló Eclipse Equinox egy szabványos implementáció, de továbbiak is elérhetőek, mint például az Apache Felix vagy a Makewave Knopflerfish. A mérés során (és az útmutatóban is) az Equinox keretrendszert használjuk, de minimális módosításokkal a többi OSGi implementációt is hasonló módon lehet igénybe venni.

Az OSGi keretrendszer a Java virtuális gép felett biztosít néhány alapvető eszközt, amivel szolgáltatásorientált módon lehet alkalmazásokat építeni. Ezek alapvető építőköve a *köteg* (bundle), melyek *szolgáltatásokat* (service) definiálnak. A keretrendszer feladata a megfelelő kötegek összepárosítása, aminek eredményeképp a szolgáltatások egymást tudják hívni.

2.1 OSGi kötegek (bundle)

Az OSGi kötegek forráskódnak (illetve kapcsolódó leíróknak) egy önállóan futtatható, illetve leállítható komponensét alkotják. Egy kötet tipikusan egy projektben szokott lenni, ahol a Java kód mellé szükséges egy leíró fájlt is létrehozni (MANIFEST.MF), ami tartalmazza a függőségi és megosztási információkat. Ezen túl tartalmaznia kell a köteg nevét, verziószámát[1], a függőségeit és az exportált csomagok listáját is.

A kötegek között függőségi viszonyt kell definiálni, azaz előírni más kötegek egy halmazát, amelyek nélkül nem lehet a saját kódot futtatni. Ha ez a függőségi viszony nem teljesül, akkor az OSGi keretrendszer a köteget nem teszi elérhetővé. A függőségi viszonyt más technikák is kihasználják, például a P2 (Eclipse

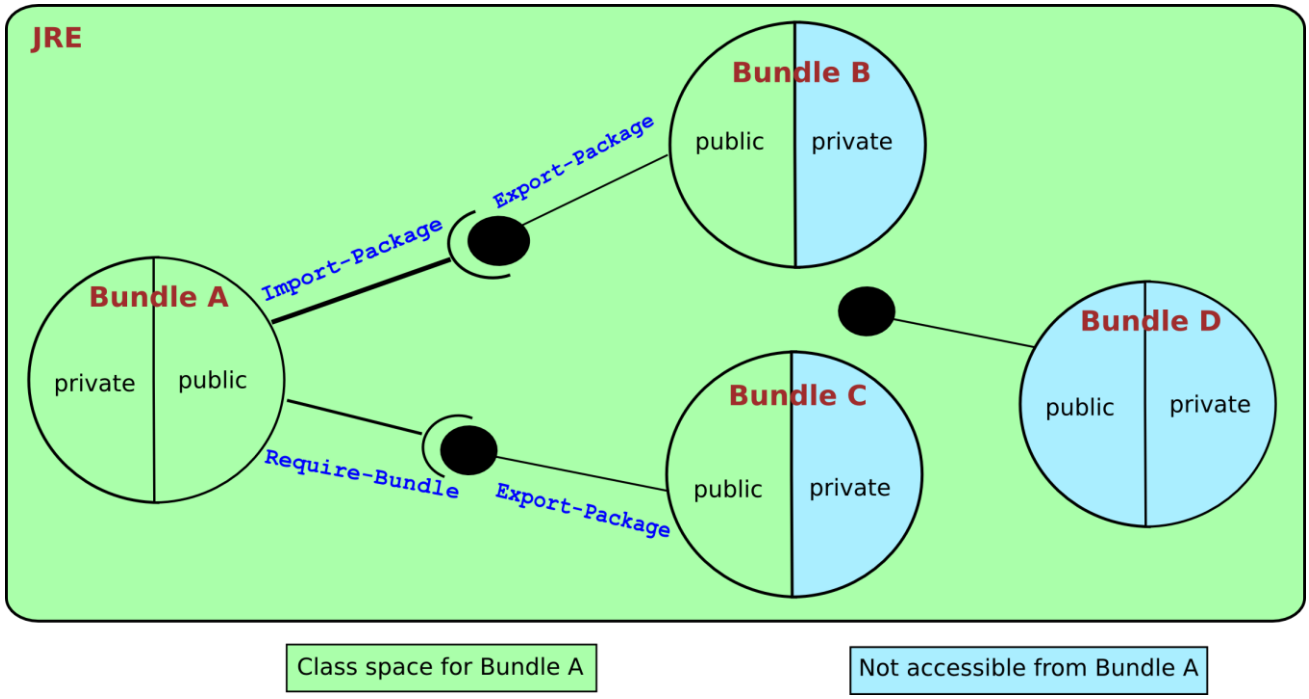
[1] A verziószám formátuma kötött: «major».«minor».«service».«qualifier», ahol az első három elem egy-egy szám, míg a «qualifier» egy build azonosító. Szokás szerint ezekkel a kompatibilitást jelezzük.

Equinox implementáció) frissítés vagy feature telepítés esetén képes az adott komponenst az összes függőségével együtt, egyszerre telepíteni.

A kötegek elősegítik az információrejtést, azaz szabályozható, hogy pontosan milyen *csomagok* (package) mely verziói legyenek elérhetőek a kötegen kívülről. Alapértelmezetten minden csomag rejtett a többi köteg számára, a nyilvános csomagokat explicit fel kell sorolni (`Export-Package`). A megoldás célja, hogy támogassa a kötegek frissítését és cseréjét azáltal, hogy a belső viselkedést megvalósító osztályokat elrejti a többi köteg elől. Az exportált csomagokat kétféleképpen lehet felhasználni. A rugalmasabb esetben elég a csomagfüggőséget előírni (`Import-Package`), amit bármely kötet kielégít, mely a megnevezett csomagot exportálja. Szorosabb csatolást ír elő a kötegfüggőség (`Require-Bundle`), amit csak az adott nevű (és verziójú) köteg elégít ki. Ez esetben a hivatkozott köteg összes exportált csomagja láthatóvá válik. A statikus hibakeresés könnyebb kötegfüggőség használata esetén, ezért alkalmazzák ezt Eclipse plug-inek (speciális OSGi kötegek) fejlesztésekor is. Azonban sima OSGi esetén ez ellenjavallott, a kötegek dinamikus kezelése sokkal rugalmasabb csomag importálás esetén.

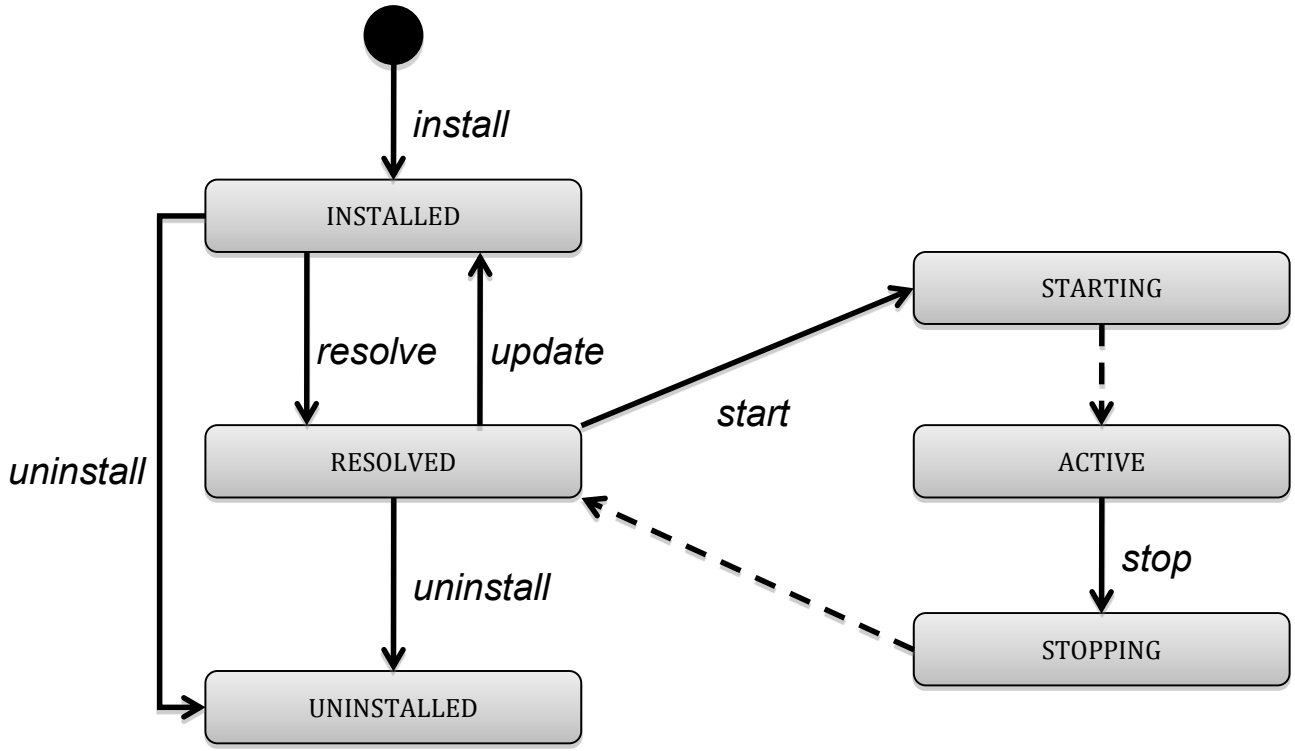
Ezek alapján egy köteg kódjában négyféle csomag érhető el, mint azt az 1. ábrán a zöldre festett rész mutatja Bundle A szemszögéből:

- A köteg által definiált csomagok *(private, public)*
- A Java keretrendszer függvénykönyvtárai *(java.*)*
- *Import-Package* által kijelölt csomagok, melyek más kötegek exportált (publikus) csomagjai között szerepelnek
- *Require-Bundle* által kijelölt köteg összes csomagja, amit az nyilvánosan exportált



1. ábra Egy köteg által elérhető csomagok

A kötegek életciklusa, ahogy a 2. ábrán látható, két részből áll: egy köteget először *telepíteni* (install) kell a keretrendszerbe, amely ezután megpróbálja *feloldani* (resolve) a függőségeit. Ha ez sikerrel jár, utána a köteget el lehet *indítani* (start) és használni, amíg *le nem állítja* (stop) valaki. Végül, ha már egyáltalán nincsen szükség a kötegre, *el lehet távolítani* (uninstall) a rendszerből.



2. ábra: Kötegek életciklusa

A függő kötegek kiszámítása futási időben történik úgy, hogy minden egyes csomag importhoz keres a keretrendszer egy másik köteg által felajánlott nyilvános csomagot, amely megfelel az opcionális verziókényszereknek is. Mellesleg így lehetőség van egy Java függvénykönyvtár több verziójának betöltésére is, ilyenkor minden köteg csak azt a verziót látja, amivel együtt tud működni.

Az OSGi lehetővé teszi egy különleges, ún. *Activator* osztály regisztrációját. Ez az osztály callback metódusokat definiál: a *start* és *stop* metódusát meghívja az OSGi keretrendszer a köteg elindulásakor, illetve leállásakor. Ezen metódusok biztosítják az egyetlen garantált be- illetve kilépési pontot a megfelelő kötegből.

2.2 Szolgáltatások megadása

A kötegek mellett a másik fontos OSGi által nyújtott eszköz az OSGi szolgáltatások. A szolgáltatások lehetőséget nyújtanak arra, hogy adott funkcionalitást biztosító kódrészleteket tegyünk elérhetővé explicit függőségek használata nélkül is.

A szolgáltatások eléréséhez egy *szolgáltatás tároló* (service registry) komponenst biztosít az OSGi. A felkínált szolgáltatásokat ide kell beregisztrálni, és innen lehet lekérni az egyedi szolgáltatásokat. Egy OSGi framework egy ilyen szolgáltatás tárolót használ. A szolgáltatásokat egy szöveges azonosító azonosítja, ami tipikusan a szolgáltatást nyújtó interfész típusa.

A szolgáltatásokat egy interfész és egy implementációs osztály segítségével adjuk meg, ahol az interfész egy nyilvános csomagban helyezkedik el, míg a megvalósító osztály tipikusan rejtett a cserélhetőség érdekében. Fontos, hogy az interfész és az implementációs osztály nem kell, hogy azonos kötegben legyen (gyakran nem is így történik), mindössze az kell, hogy elérhető legyen az interfészt definiáló csomag.

Az így definiált szolgáltatások nagy előnye, hogy nincsenek köteghez kötve: ha egy szolgáltatást több köteg is megvalósít, akkor lehetőség van akár az összes implementáció használatára, vagy pedig választásra tetszőleges logika szerint.[2]

[2] A választás egy lehetséges módja a megfelelő szolgáltatást nyújtó kötegek kézi elindítása, ill. leállítása (programozottan ez ugyanakkor nem javasolt).

Az OSGi szolgáltatások kezelését a *ServiceTracker* és a *ServiceRegistration* komponens végzi: az előbbi lehetővé teszi szolgáltatások elérést, míg az utóbbi szolgáltatások regisztrálására és eltávolítására szolgál. Mindkét komponenst a köteg Activator osztályán keresztül lehet elérni.

2.2.1 Szolgáltatások definiálása

Az alábbiakban egy egyszerű szolgáltatás definícióját mutatjuk be, amely egyetlen metódust biztosít. A szolgáltatást az IHelloWorldService interfész jellemzi:

```
public interface IHelloWorldService {
	public void sayHello();
}
```

A szolgáltatás egy egyszerű implementációját a HelloWorldServiceImpl osztály tartalmazza:

```
public class HelloWorldServiceImpl implements IHelloWorldService {

	@Override
	public void sayHello() {
		System.out.println("Hello, world");
	}

}
```

Ezután a szolgáltatást elérhetővé tehetjük a keretrendszer számára. Ez két időpontban történhet: vagy a köteg indulásakor, vagy pedig futási időben (egyéb feltételektől függően, pl. más szolgáltatások elérése). Mindkét esetben az Activator osztályban hozzá kell férnünk a kötegheg tartozó *ServiceRegistration* komponenshez, és ezen keresztül lehet hozzáadni, illetve eltávolítani a komponenst. Erre a következő kódrészlet mutat egy példát:

```
public class Activator implements BundleActivator {

	private ServiceRegistration registration;

	public void start(BundleContext context) throws Exception {
		IHelloWorldService bookManagerService = new HelloWorldServiceImpl();
		registration = context.registerService(IHelloWorldService.class.getName(),
				bookManagerService, null);
		System.out.println("IHelloWorld service is registered!");
	}

	public void stop(BundleContext context) throws Exception {
		registration.unregister();
		System.out.println("IHelloWorld service is unregistered!");
	}

}
```

Fontos, hogy a szolgáltatásainkat mindig állítsuk le (*unregister*) a köteg leállításakor, hogy a szolgáltatásunk felhasználói értesüljenek a változásról.

2.2.2 Szolgáltatások elérése

A szolgáltatások az OSGi környezetben a *ServiceTracker* komponens segítségével érhetőek el, amihez –a *ServiceRegistration* komponenshez hasonlóan– a köteg Activator osztályában férhetünk hozzá.[3]

A *ServiceTracker* nem közvetlen elérést biztosít egy szolgáltatáshoz, hanem lehetőséget nyújt ahhoz, hogy egy saját, eseménykezelőhöz hasonló osztály segítségével reagáljunk a megfelelő szolgáltatás megjelenésére, ill. eltűnésére. Ennek az eseménykezelőnek meg kell valósítania a *ServiceTrackerCustomizer* interfészt. Ez az interfész felhasználható arra, hogy építsünk egy aktuális referenciát a megfelelő szolgáltatást megvalósító komponensekből.

[3] A szolgáltatások ennél egyszerűbben is elérhetőek a *context.getServiceReference()* hívás használatával, de ez erősen ellenjavallott az OSGi dinamikus természete miatt – ez nem kezeli, ha hirtelen leáll egy szolgáltatás a rendszerben.

Egy ilyen eseménykezelő lehet a következő:

```
public class HelloworldServiceTrackerCustomizer implements
		ServiceTrackerCustomizer {
	private final BundleContext context;
	private List<IHelloWorldService> services;
	public HelloworldServiceTrackerCustomizer(BundleContext context) {
		this.context = context;
		services = new ArrayList<IHelloWorldService>();
	}
	@Override
	public Object addingService(ServiceReference reference) {
		IHelloWorldService service = (IHelloWorldService) context
				.getService(reference);
		services.add(service);
		return service;
	}
	@Override
	public void modifiedService(ServiceReference reference, Object service) {
	}
	@Override
	public void removedService(ServiceReference reference, Object service) {
		services.remove(service);
	}
}
```

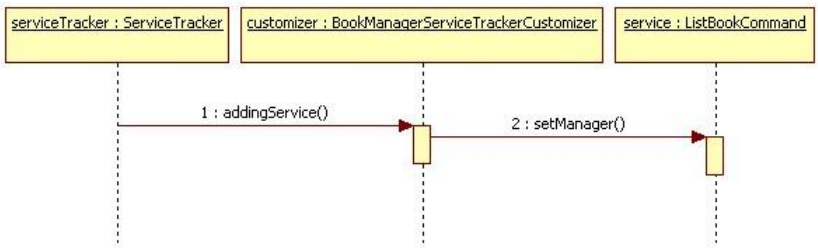
Az így elkészült eseménykezelőt pedig átadhatjuk a kapcsolódó *ServiceTracker* objektumnak, aki ezután az eseménykezelőn keresztül értesíti a kódunkat, ha változik a megfelelő szolgáltatások listája. Ezt a beállítást a felhasználó köteg *Activator* osztályában lehet felhasználni.

```
public class Activator implements BundleActivator {

ServiceTracker serviceTracker;
@Override
public void start(BundleContext context) throws Exception {
    ServiceTrackerCustomizer customizer =
             new HelloworldServiceTrackerCustomizer(context);
    serviceTracker = new ServiceTracker(context,
                           IHelloWorldService.class.getName(), customizer);
    serviceTracker.open();
}
@Override
public void stop(BundleContext context) throws Exception {
    serviceTracker.close();
}

}
```

Az eseménykezelő ezután már mindig friss referenciákkal rendelkezik a szolgáltatásokhoz, így megbízható módon felhasználható az alkalmazás többi részében.

A *ServiceTracker* leállítása szintén fontos a köteg leállításakor, így elkerülve a szükségtelen (és helytelen) értesítések küldését.

Összegzésként a 3. ábrán látható szekvenciadiagram ismerteti, hogyan értesíthetjük a saját kódunkat a felhasznált szolgáltatások változásáról.



3. ábra: Áttekintő a ServiceTracker működéséről

2.3 Deklaratív szolgáltatások

Mint láthattuk, OSGi szolgáltatások esetén viszonylag sok, monoton ismétlődő kódot kell írni. Az OSGi 4.2-es verziójától kezdve lehetőség van a kézi szolgáltatás-regisztráció helyett egy deklaratív, XML-alapú *komponens definíció* felhasználásával regisztrálni és elérni a szolgáltatásainkat (függetlenül attól, hogy az deklaratív vagy hagyományos módon lett regisztrálva). Ezeket a leírókat egy opcionális köteg (Equinox esetén *org.eclipse.equinox.ds*) olvassa be, és végzi el a regisztrációjukat.

A komponensdefiníciókat a szolgáltatás implementálóihoz és igénybevevőihez egyaránt definiálni kell. Előbbi esetben csak a biztosított interfészt (`provide interface`) és a szolgáltatást implementáló osztályt (`implementation class`) kell megadni. Az interfészt, mint szöveget használja a rendszer a szolgáltatás azonosítására –hasonlóan az előző szakaszban leírt módon, csak ott még kézzel kellett megadni a `registerService` első paramétereként.

Ahhoz, hogy egy már létező szolgáltatásra hivatkozhassunk, meg kell adnunk az interfészt amivel hivatkozhatunk rá (`reference interface`), a szolgáltatás megvalósítóinak számosságát (`cardinality`) valamint a szolgáltatás statikus vagy dinamikus mivoltát (`policy`). A számosság alsó limitjével kifejezhető, hogy elvárjuk-e a megfelelő szolgáltatás létezését, míg a felső limit azt jelzi, hogy tudunk-e több szolgáltatáspéldányt használni. Statikus (`static`) szolgáltatás esetén a hívott szolgáltatás megszűnése esetén a keretrendszer az igénybe vevő szolgáltatást *újraindítja*, míg dinamikus (`dynamic`) esetben az igénybe vevő szolgáltatásnak kell kezelni az igénybe vett szolgáltatások implementációinak megszűnéseit, megjelenéseit (anélkül, hogy újraindulna). Ez esetben meg kell adni azon metódusokat, amelyet szolgáltatás megjelenése (`bind`), illetve megszűnése (`unbind`) esetén hív meg a keretrendszer. Ezen függvényekkel folyamatosan nyomon tudjuk követni az igénybe vehető, éppen futó szolgáltatásokat.

A következő (XML alapú) deklaratív szolgáltatás definíció publikálja az előző szakaszban ismertetett IHelloWorldService szolgáltatást, amit a HelloWirldServiceImpl osztályban valósított meg. Emellett felhasználja hozzá az OSGi Service Compendium gyűjteményben definiált (LogService) naplózó szolgáltatást, amiből 0 vagy 1 példányt tud kezelni. Amikor a naplózó szolgáltatás leáll vagy elindul, a furó kötet nem indul újra, hanem a `setLog` és `unsetLog` metódusok segítségével dinamikusan leköveti az elérhető implementációkat.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<scr:component xmlns:scr="http://www.osgi.org/xmlns/scr/v1.1.0"
               name="hu.bme.mit.riflab.osgi.impl.hellocomponent">
   <implementation class="hu.bme.mit.riflab.osgi.nodes.impl.HelloWorldServiceImpl"/>
   <service>
      <provide interface="hu.bme.mit.riflab.osgi.interfaces.IHelloWorldService"/>
   </service>
   <reference interface="org.osgi.service.log.LogService"
              cardinality="0..1" policy="dynamic"
              bind="setLog" unbind="unsetLog" name="LogService"/>
</scr:component>
```

Egy OSGi szolgáltatás definíciójának leírására a grafikus component editor használható, amivel tipikusan a projekten belül az OSGI-INF mappába érdemes létrehozni a komponens leíró fájlokat. A platform a

deklaratív szolgáltatásokat az őket regisztráló köteg indulásakor kísérli meg elindítani. Amennyiben ilyenkor egy kötelező szolgáltatás nem érhető el, akkor a felhasználó köteg sem indul el.

Amennyiben a varázsló nem hivatkozná be komponensdefiníciókat a kötetleíróba, akkor induláskor semmi sem történne, mivel azok csak sima fájlok lennének a projektben (fail silent). Az összes leírót hivatkozhatjuk a MANIFEST.MF következő sorával:

Service-Component: OSGI-INF/*.xml

2.4 Futtatás, saját OSGi parancsok definiálása a GoGo shellel

2.4.1 Futtatás

Az OSGi alkalmazások futtatásának egyik lehetséges módja az Eclipse futtatási beállítások használatával történhet. A Run | Run Configurations alatt új futtatási beállítást kell definiálni az OSGi Framework típusból.

- Nem kell semmiképp az összes köteget betölteni, ezért válasszuk a Deselect All menüpontot.
- A Workspace kötegek közül válasszuk a saját OSGi kötegeinket.
- Ne felejtsük el az org.eclipse.equinox.ds köteget is bejelölni, mivel ez kezeli a deklaratív szolgáltatásokat (beleértve a beregisztrálást), e nélkül fail silent hiba jelentkezik.
- A „Validate Bundles” gombra kattintva valószínűleg hibát ír ki. Az „Add Required Bundles” viszont hozzáadja a köteg függőségeket, ami után már hiba nélkül kell, hogy fusson az ellenőrzés.
- Run gombra kattintva lehet futtatni az OSGi alkalmazást.

2.4.2 Parancsok definiálása az Eclipse GoGo parancssor segítségével

Az parancsot feldolgozó osztály sokkal egyszerűbb lesz, a paramétereket nem a CommandInterpreter objektumban kapjuk meg, hanem a rendszer feldolgozza. A help parancsonként adható meg (nem osztályonként, mint eddig) annotációval. Ehhez már be kell állítani az org.apache.felix.gogo.runtime kötegfüggőséget. Egy ilyen parancsot megvalósító osztályt mutat a következő kód:

```
public class SimpleCommand  {
        @Descriptor(value="A simple command that demonstrates OSGi felix console.")
        public void simpleCommand(
                                        @Descriptor(value="A string parameter to be echoed.")String message,
                                        @Descriptor(value="An integer parameter to be processed.")Integer value) {
                System.out.println(message);
                System.out.println(value+3);
        }
}
```

Az osztályt szolgáltatásként ki kell ajánlani, illetve egy scope-ot meg kell határozni, ami a parancs „névtere” lesz. Utána pedig a parancsokat kell újsorral elválasztott listában felsorolni. (A property nyitó és záró tagek között, nem pedig a value attribútumban, amit a rendszer egy darab parancs esetén ajánlana fel!)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<scr:component xmlns:scr="http://www.osgi.org/xmlns/scr/v1.1.0" name="osgiCommandTest">
  <implementation class="osgicommandtest.SimpleCommand"/>
  <property name="osgi.command.scope" type="String" value="simp"/>
  <property name="osgi.command.function" type="String">
  simpleCommand
  </property>
  <service>
    <provide interface="osgicommandtest.SimpleCommand"/>
  </service>
</scr:component>
```

Parancs futtatása az OSGi parancssorból:

```
osgi> simp:simpleCommand "Hello world" 123
Hello world
126
```

A futtatáshoz legalább Eclipse 4.2 szükséges, illetve futás közben az org.eclipse.equinox.ds mellett a következő kötegeket kell a futtatási konfigurációba bevenni:

- org.apache.felix.gogo.command
- org.apache.felix.gogo.runtime
- org.apache.felix.gogo.shell
- org.eclipse.equinox.console

2.4.3 Futási szintek

A mérés során valószínűleg nem fog előjönni az OSGi futási szintek konfigurálása, ám érdemes erről is tudni, főleg, ha a kötegek gyanús módon nem találják meg egymást. Minden köteghez egy nem negatív szám rendelhető (kivéve org.eclipse.osgi, amihez -1 van rendelve). Az OSGi környezet indításakor a nagyobb futási szinten lévő köteget később tölti be a rendszer a kisebb futási szinten lévőnél. Ennek az a lényege, hogy ha valamilyen oknál fogva egy köteg más kötegek betöltöttségére számít, akkor így lehet késleltetni betöltődését. A legtöbb köteghez a 0 szint van rendelve, ami az alapértelmezett (default start level), amit az OSGi Framework Run Configuration kötet beállítások között ha megnézünk, 4. A rendszer induláskor először a kis futási szinten lévő kötegeket tölti be, majd egyesével halad az egyre magasabb futási szintek felé, míg el nem éri az osgi.startLevel értéket, ami Equinox esetében alapértelmezetten 6. (Ekkor egy 7-es futási szintre beállított köteg már nem töltődik be).

A futási szintekkel a kötetek fejlesztésekor nem kell foglalkozni, hiszen kölönböző telepítések esetén különböző gépeken a köteg más és más futási szinthez tartozhat.

3 A mérés elvégzése

3.1 Mérési feladatok

A mérés során el kell készíteni a munkafolyamat *csomópontjait* OSGi *deklaratív szolgáltatásokként*. Fontos, hogy e szolgáltatások implementációja legyen teljesen független egymástól (leszámítva természetesen a paraméterek típusát)! A szolgáltatások állapotának befolyásolhatósága érdekében szükséges, hogy ezek a csomópontok *ne egy közös bundle* belsejében legyenek megvalósítva, hanem legalább kettő vagy esetleg három kötegbe legyenek szétosztva. A munkafolyamatok átlapolódásának kezelése nem feladat.

Biztosítsunk kézi vezérlést a munkafolyamathoz! A vezérlést kétféle módon lehet biztosítani:

- A meglévő grafikus felületet átalakításával, hogy a szolgáltatásokat használják.
- A munkafolyamat OSGi parancsok sorozataként való megvalósításával.

Az OSGi LogService használata mindkét esetben pozitív elbírálásban részesül!

Figyeljük meg, hogy a futó bundle leállítása hogyan befolyásolja a munkafolyamat elérhetőségét. Bemutatáskor meg kell mutatni, hogy hogyan kezeli a munkafolyamatot megvalósító alkalmazás, ha egy bundle leáll (és így a kapcsolódó szolgáltatások elérhetetlenek lesznek), vagy újraindul (aminek hatására esetleg folytathatóvá válik a futtatás).

3.2 A mérés értékelése

A mérés után szükséges, hogy bemutassuk a munkafolyamatot futás közben, valamint egy mérési jegyzőkönyvet is kell készíteni.

A mérési jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell:

- a munkafolyamat leírását (képpel)
- megvalósításának magas szintű architekturális leírását (milyen csomagok, bundle-k vannak, mi a kapcsolat köztük)
- valamint a lényeges implementációs részeket.

A forráskódot exportált Eclipse projektekként kell mellékelni, a jegyzőkönyvben legfeljebb különösen érdekes részeket kell kiemelni.

Az értékelés részben a kódminőség, részben a jegyzőkönyv alapján történik. A kódminőséghez hozzátartozik a megfelelő hibakezelés (a kivételek kiírása a normál kimenetre nem számít hibakezelésnek), a forráskód olvashatóság (beleértve a tördelést is, ehhez ajánlott az automatikus kódtördelés használata).

4 További segédanyagok

Az anyag mélyebb megértéséhez, illetve a felmerülő kérdések megválaszolásához további források is elérhetőek. Ezek közül is az Equinox Console-ról, illetve a deklaratív szolgáltatásokról szóló leírások mérés előtti alaposabb áttanulmányozása segítheti a mérés hatékonyabb elvégzését.

- OSGi Service Platform Core Specification 4.2 (2009. június) és OSGi Service Platform Service Compendium 4.2 (2009. augusztus): http://www.osgi.org/Specifications/HomePage
- OSGi – Segédanyag az Eclipse alapú technológiák tárgyhoz
- How to get Started with OSGi: http://www.osgi.org/About/HowOSGi
- Neil Bartlett: OSGi and How It Got That Way http://njbartlett.name/2010/03/07/osgi-and-how-it-got-that-way.html
- Sarath Chandra: Using Equinox CommandProvider to make OSGi console interactive http://blog.sarathonline.com/2008/12/using-equinox-commandprovider-to-make.html
- Chris Aniszczyk: Explore Eclipse's OSGi Console http://www.ibm.com/developerworks/library/os-ecl-osgiconsole/index.html
- Chris Aniszczyk: OSGi Declarative Services

5 Ellenőrző kérdések

1. Milyen csomagok elérhetők el egy OSGi bundle kódjának írásakor?
2. Miért előnyös az importált és exportált csomagok kézi felsorolása OSGi használatakor?
3. Melyik feladatra használandó az Activator osztály: szolgáltatások regisztrációja vagy szolgáltatásokhoz példány megszerzése? Miért?
4. Mi a ServiceTracker osztály feladata?
5. Mivel azonosíthatjuk a szolgáltatásokat a deklaratív szolgáltatások igénybevételekor?
6. Mire használjuk a *bind* és *unbind* metódusokat deklaratív szolgáltatások definiálásakor és/vagy felhasználásakor?