



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Mikroszolgáltatásokra épülő architektúra fejlesztésének és tesztelésének támogatása

DIPLOMATERV

Készítette
Borlay Dániel

Konzulens
Szatmári Zoltán

2016. május 11.

Tartalomjegyzék

Kivonat	4
Abstract	5
1. Mikro szolgáltatások	6
1.1. Definíció	6
1.2. A technológiáról	6
1.3. Architektúrális mintákhoz való viszonya	8
1.4. Példák	8
2. Előnyök	10
2.1. Skálázhatóság	10
3. Hátrányok	11
3.1. Bonyolult fejlesztés	11
4. Összehasonlítva a monolitikus architektúrával	12
5. Technológiai áttekintés	13
5.1. Telepítési technológiák	13
5.2. Környezet felderítési technológiák	14
5.3. Integrációs keretrendszerek	14
5.4. Skálázási technológiák	15
5.5. Terhelés elosztás	15
5.6. Virtualizációs technológiák	16
5.7. Service registry-k	17
5.8. Monitorozás, loggolás	17
6. Kommunikációs módszerek	19
7. Minta alkalmazás terve	20
7.1. Alkalmazás leírás:	20
7.2. Szolgáltatások:	20
8. Minta alkalmazás elkészítése	22
8.1. Megvalósítás Docker konténerekkel:	22

8.2. Kapcsolatok építése Consul-al:	23
8.3. Kapcsolatok építése Docker-el:	23
8.4. Kapcsolatok építése Zookeeper-el:	23
8.5. Automatizálás:	23
8.6. Jenkins Job-ok fejlesztése:	24
8.7. Egyéb minta alkalmazások:	25
9. Összefoglaló	27
Irodalomjegyzék	28
A. Függelék	32

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Borlay Dániel*, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a diplomatervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2016. május 11.

Borlay Dániel
hallgató

Kivonat

Jelen dokumentum egy diplomaterv sablon, amely formai keretet ad a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán végző hallgatók által elkészítendő szakdolgozatnak és diplomatervnek. A sablon használata opcionális. Ez a sablon Markdown leírónyelven készült, Pandoc rendszerrel fordítható le $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Live vagy $\text{MiK}_{\text{T}}\text{E}_{\text{X}} \text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ disztribúciókkal.

Abstract

This document is a skeleton for BSc/MSc theses of students at the Electrical Engineering and Informatics Faculty, Budapest University of Technology and Economics. The usage of this skeleton is optional. The skeleton was implemented in Markdown and can be compiled with Pandoc, using the T_EX Live and or the MiK_TE_X L^AT_EX compiler.

1. fejezet

Mikro szolgáltatások

1.1. Definíció

Nem találtam konkrét definíciót, de a mikro szolgáltatás egy olyan architektúráis modellezési mód, amikor a tervezett rendszert/alkalmazást kisebb funkciókra bontjuk, és önálló szolgáltatásokként, önálló erőforrásokkal, valamilyen jól definiált interfészen keresztül tesszük elérhetővé.

1.2. A technológiáról

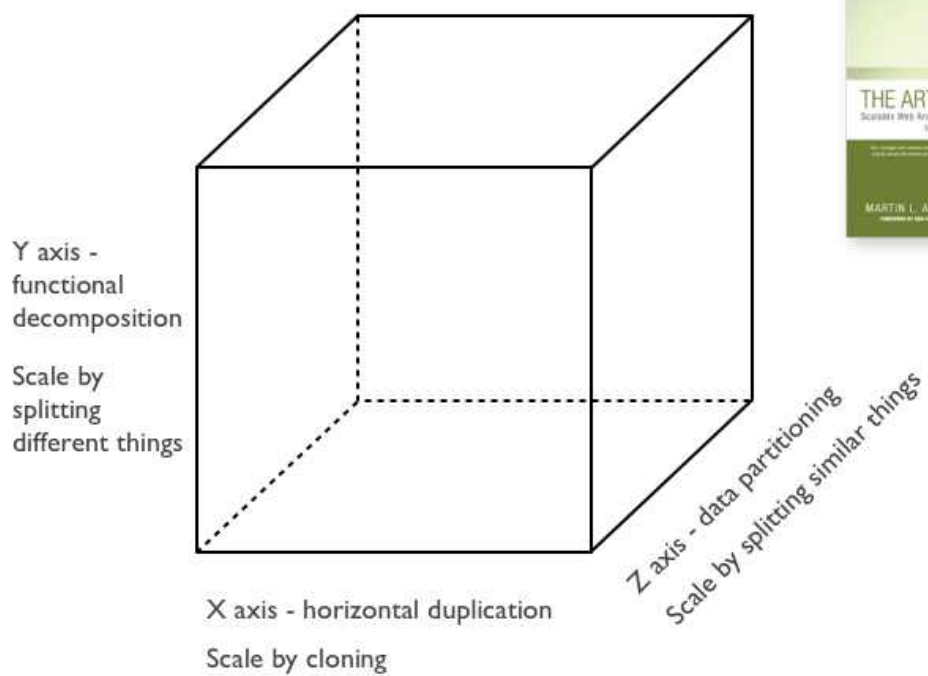
A mikro szolgáltatás architektúra kiépítéséhez sokféle szétválasztási módot használnak, amik közül van olyan amit a tervezési folyamat közben felmerülő főneveket, vagy igéket használnak fel, de abban megegyeznek, hogy a funkcionálitást bontják fel. Ezekkel az [integrációval foglalkozó részben](#) olvashatunk bővebben.

A mikro szolgáltatások tervezése során a következő szempontok szerint szokták megtervezni a rendszert:

- Milyen szolgáltatásokat tud nyújtani a rendszer
- Lehetséges műveletek felsorolása (igék amik a rendszerrel kapcsolatosak)
- Lehetséges erőforrások vagy entitások felsorolása (főnevek alapján szétválasztás)
- Lehetséges use-case-ek szétválasztása (felhasználási módszerek elválasztása)
- A felbontott rendszert hogyan kapcsoljuk össze
- Pipeline-ként egy hosszú folyamatot összeépítve és az információt áramoltatva
- Elosztottan, igény szerint meghívva az egyes szolgáltatásokat
- Egyes funkciókat összekapcsolva nagyobb szolgáltatások kialakítása (kötegelés)
- A kommunikáció a felhasználóval
- Egy központi szolgáltatáson keresztül, ami a többivel kommunikál
- Add-hoc minden szolgáltatás külön hívható

Ezekkel a lépésekkel meg lehet alapozni, hogy az általunk készítendő rendszer hogyan is lesz kialakítva, és milyen paraméterek mentén lesz felvágva. A választást segíti a témában elterjedt fogalom, a scaling cude[\[1\]](#), ami azt mutatja, hogy az architektúráis terveket milyen szempontok mentén lehet felosztani.

3 dimensions to scaling



1.1. ábra. Scaling Cube

Ahogy a képen is látható a meghatározó felbontási fogalmak, az adat menti felbontás, a tetszőleges fogalom menti felbontás, illetve a klónozás.

Az adat menti felbontás annyit tesz, hogy a szolgáltatásokat annak megfelelően bontjuk fel, hogy az egyes szolgáltatások csak adatbázissal, vagy csak web kiszolgálással foglalkozzanak, vagy csak a felhasználói adatok esetleg a tanulók jegyeit felügyelik. Ez a mérce a mikro szolgáltatás architektúrák esetén nem annyira fontos, mivel a szolgáltatásoknak erőforrásaikat tekintve is el kell különülniük, így nem éri meg erőforrások vagy adat mentén vágni.

A tetszőleges fogalom menti felbontás annyit tesz hogy elosztott rendszert hozunk létre tetszőleges funkcionalitás szerint. Erre épít a mikro szolgáltatás architektúra is, mivel a lényege pont az egyes funkciók atomi felbontása.

A harmadik módszer arra tér ki, hogy hogyan lehet egy architektúrát felosztani, hogy skálázható legyen. Itt a klónozhatóság, avagy az egymás melletti kiszolgálás motivál. Ez a micro-service-eknél kell, hogy teljesüljön, mivel adott esetben a load balancer alatt tudnunk kell definiálni több példányt is egy szolgáltatásból.

1.3. Architektúrális mintákhoz való viszonya

Mint korábban láthattuk vannak bizonyos telepítési módszerek, amik mentén szokás a mikro szolgáltatásokat felépíteni. Van aki az architektúrális tervezési minták közé sorolja a mikro szolgáltatás architektúrát, azonban nem lehet élesen elkülöníteni, mivel valamilyen csatolási módszerre szükség van, ami nem specifikus a mikro szolgáltatás-ek esetén, viszont más architektúrális mintákra jellemző.

Ilyen a Pipes and filter architektúrális minta [2], aminek a lényege, hogy a funkciókra bontott architektúrát az elérni kívánt végeredmény érdekében különböző módokon összekötünk. Ebben a módszerben az adat folyamatosan áramlik az egyes alkotó elemek között, és lépésről lépésre alakul ki a végeredmény. Elég olcsón kivitelezhető architektúrális minta, mivel csupán sorba kell kötni hozzá az egyes szolgáltatásokat, azonban nehezen lehet optimalizálni, és könnyen lehet, hogy olyan részek lesznek a feldolgozás közben, amik hátráltatják a teljes folyamatot.

Egy másik elosztott rendszerekhez kitallált minta a subscriber/publisher[3], amely arra alapszik, hogy egy szolgáltatásnak szüksége van valamilyen adatra vagy funkcióra, és ezért feliratkozik egy másik szolgáltatásra. Ennek az lesz az eredménye, hogy bizonyos szolgáltatások bizonyos más szolgáltatásokhoz fognak kötődni, és annak megfelelően fognak egymással kommunikálni, hogy milyen feladatot kell végrehajtaniuk.

1.4. Példák

Amazon - minden Amazon-nal kommunikáló eszköz illetve az egyes funkciók implementációja is szolgáltatásokra van szedve, és ezeket hívják az egyes funkciók (vm indítás, törlés, mozgatás, stb.)

eBay - Különböző műveletek szerint van felbontva a a funkcionalitás, és ennek megfelelően külön szolgáltatásként érhető el a fizetés, megrendelés, szállítási információk, stb.

NetFlix - A nagy terhelést elkerülendő bizonyos streaming szolgáltatásokat átlalakítottak, hogy a mikro szolgáltatás architektúra szerint működjön.

Mintapéldák: <http://eventuate.io/exampleapps.html>

2. fejezet

Előnyök

2.1. Skálázhatóság

3. fejezet

Hátrányok

3.1. Bonyolult fejlesztés

4. fejezet

Összehasonlítva a monolitikus architektúrával

A micro-service architektúrák a monolitikus architektúra ellentetjei, melyben az erőforrások központilag vannak jelezve, és minden funkció egy nagy interfészen keresztül érhető el. A monolitikus architektúra egyszerűen kiépíthető, könnyű tervezni és fejleszteni, azonban nehezen lehet kicserélni, nem elég robusztus, és nehezen skálázható, mivel az erőforrásokat közösen kezelik a funkciók.

Ezzel ellenzétben a micro-service architektúrát ugyan nehezen lehet megtervezni, hiszen egy elosztott rendszert kell megtervezni, ahol az adatátviteltől kezdve az erőforrás megosztáson keresztül semmi sem egyértelmű, viszont a későbbi tovább fejlesztés sokkal egyszerűbb, mivel külön csapatokat lehet rendelni az egyes szolgáltatásokhoz, és könnyen integrálhatók kicserélhetők az alkotó elemek. Mivel sok kis egységből áll, könnyebben lehet úgy skálázni a rendszert, hogy ne pazaroljuk el az erőforrásainkat, és ugyanakkor a kis szolgáltatások erőforrásokban is el vannak különítve, így nem okoz gondot, hogy fel vagy le skálázzunk egy szolgáltatást. Ennek az a hátránya, hogy le kell kezelni a skálázáskor a közös erőforrásokat. (Például ha veszünk egy autentikációs szolgáltatást, akkor ha azt fel skálázzuk, meg kell tartanunk a felhasználók listáját, így duplikálni kell az adatbázist, és fenntartani a konzisztenciát) Ugyan csak előnye a micro-service architektúrának, hogy különböző technológiákat lehet keverni vele, mivel az egyes szolgáltatások különböző technológiákkal különböző platformon is futhatnak.

5. fejezet

Technológiai áttekintés

Az integrációhoz olyan technológiákat lehet használni, melyek lehetővé teszik az egyes szolgáltatások elkülönült működését.

A következő feladatokra kellenek technológiák: * Hogyan lehet feltelepíteni egy önálló szolgáltatást? (telepítés) * Hogyan lehet összekötni ezeket a szolgáltatásokat? (automatikus környezet felderítés) * Hogyan lehet fenntartani, változtatni a szolgáltatások környezetét? (integrációs keretrendszer) * Hogyan lehet skálázni a szolgáltatást? (skálázás) * Hogyan lehet egységesen használni a skálázott szolgáltatásokat? (load balance, konzisztencia fenntartás) * Hogyan lehet virtualizáltan ezt kivitelezni? (virtualizálás) * A meglévő szolgáltatásokat hogyan tartsuk nyilván? (service registry) * Hogyan figyeljük meg a rendszert működés közben (monitorozás, loggolás)

5.1. Telepítési technológiák

A microservice-eket valamilyen módon létre kell hozni, egy hosthoz kell rendelni, és az egyes elemeket össze kell kötni. A szolgáltatások telepítéséhez olyan technológiára van szükség amivel könnyen elérhetünk egy távoli gépet, és könnyen kezelhetsük az ottani erőforrásokat. Ehhez a legkézenfekvőbb megoldás a Linux rendszerek esetén az SSH kapcsolaton keresztül végrehajtott Bash parancs, de vannak eszközök, amikkel ezt egyszerűbben és elosztottabban is megtehetjük.

- **Jenkins:** A Jenkins egy olyan folytonos integráláshoz kifejlesztett eszköz, mellyel képesek vagyunk különböző funkciókat automatizálni, vagy időzítetten futtani. A Jenkins egy Java alapú webes felülettel rendelkező alkalmazás, amely képes bash parancsokat futtatni, Docker konténereket kezelni, build-eket futtatni, illetve a hozzá fejlesztett plugin-eken keresztül, szinte bármire képes. Támogatja a fürtözést is, így képesek vagyunk Jenkins slave-eket létrehozni, amik a mester szerverrel kommunikálva végzik el a dolgukat. A microservice architektúrák esetén alkalmas a szolgáltatások telepítésére, és tesztelésére.
- **ElasticBox:** Egy olyan alkalmazás, melyben nyilvántarthatjuk az alkalmazásainkat, és könnyen egyszerűen telepíthetjük őket. Támogatja a konfigurációk változását, illetve számos technológiát, amivel karban tarthatjuk a környezetünket. (Docker,

Puppet, Ansible, Chef, stb) Együtt működik különböző cloud megoldásokkal, mint az AWS, vSphere, Azure, és más környezetek. Hasonlít a Jenkins-re, csupán ki van élezve a microservice architektúrák vezérlésére. (Illetve fizetős a Jenkins-el ellentétben) Mindent végre tud hajtani ami egy microservice alkalmazáshoz szükséges, teljes körű felügyeletet biztosít.

Egyéb lehetőség, hogy a fejlesztő készít magának egy olyan szkriptet, ami elkészíti számára a micro-service architektúrát, és lehetővé teszi az elemek dinamikus kicserélését. (ad-hoc megoldás)

5.2. Környezet felderítési technológiák

Az egyes szolgáltatásoknak meg kell találniuk egymást, hogy megfelelően működhessen a rendszer, azonban ez nem mindig triviális, így szükség van egy olyan alkalmazásra, amivel felderíthetjük az aktív szolgáltatásokat.

- **Consul:** A Hashicorp szolgáltatás felderítő alkalmazása, amely egy kliens-szerver architektúrának megfelelően megtalálja a környezetében lévő szolgáltatásokat, és figyeli az állapotukat (ha inaktívvá válik egy szolgáltatás a Consul észreveszi). Ez az alkalmazás egy folyamatosan választott mester node-ból és a többi slave node-ból áll. A mester figyeli az alárendelteket, és kezeli a kommunikációt. Egy új slave-et úgy tudunk felvenni, hogy a consul klienssel kapcsolódunk a mesterre. Ha automatizáltan tudjuk vezényelni a feliratkozást, egy nagyon erős eszköz kerül a kezünkbe, mivel eseményeket küldhetünk a szervereknek, és ezekre különböző feladatokat hajthatunk végre.

5.3. Integrációs keretrendszerek

A telepítéshez és a rendszer állapotának a fenntartásához egy olyan eszköz kell, amivel gyorsan egyszerűen végrehajthatjuk a változtatásainkat, és ha valamit változtatunk egy szolgáltatásban, akkor az összes hozzá hasonló szolgáltatás értesüljön a változtatásról, vagy hajtson végre ő maga is változtatást.

- **Puppet:** Olyan nyílt forrású megoldás, amellyel leírhatjuk objektum orientáltan, hogy milyen változtatásokat akarunk elérni, és a Puppet elvégzi a változtatásokat. Automatizálja a szolgáltatás változtatásának minden lépését, és egyszerű gyors megoldást szolgáltat a komplex rendszerbe integráláshoz.
- **Chef:** A Chef egy olyan konfiguráció menedzsment eszköz ami nagy mennyiségű szerver számítógépet képes kezelni, fűrtözhető, és megfigyeli az alá szervezett szerverek állapotát. Tartja a kapcsolatot a gépekkel, és ha valamelyik konfiguráció nem felel meg a definiált receptkönyvnek (amiben definiálhatjuk az elvárt környezeti paramétereket) akkor változtatásokat indít be, és eléri, hogy a szerver a megfelelő konfigurációval rendelkezzen. Népszerű konfiguráció menedzsment eszköz, amiz könnyedén használhatunk integrációhoz, illetve a szolgáltatások cseréjéhez, és karbantartásához.

- **Ansible:** A Chef-hez hasonlóan képes változtatásokat eszközölni a szerver gépeken egy SSH kapcsolaton keresztül, viszont a Chef-el ellentétben nem tartja a folyamatos kapcsolatot. Az Ansible egy tipikusan integrációs célokra kifejlesztett eszköz, amelyhez felvehetjük a gépeket, amiken valamilyen konfigurációs változtatást akarunk végezni, és egy „playbook” segítségével leírhatjuk milyen változásokat kell végrehajtani melyik szerverre. Könnyen irányíthatjuk vele a szolgáltatásokat, és definiálhatunk szolgáltatásonként egy playbook-ot ami mondjuk egy fürtnyi szolgáltatást vezérel. Ez az eszköz hasznos lehet, ha egy szolgáltatásnak elő akarjuk készíteni a környezetet.
- **SaltStack:** A SaltStack nagyon hasonlít a Chef-re, mivel ez a termék is széleskörű felügyeletet, és konfiguráció menedzsment-et kínál számunkra, amit folyamatos kapcsolat fenntartással, és gyors kommunikációval ér el. Az Ansible-höz nagyon hasonlóan konfigurálható (nem lennék meglepve ha azt használná a háttérben), szintén ágens nélküli kapcsolatot tud létesíteni, és a Chef-hez hasonlóan több 10 ezer gépet tud egyszerre karbantartani.

5.4. Skálázási technológiák

A microservice architektúrák egyik nagy előnye, hogy az egyes funkciókra épülő szolgáltatásokat könnyedén lehet skálázni, mivel egy load balancert használva csupán egy újabb gépet kell beszerezni, és máris nagyobb terhelést is elbír a rendszer. Ahhoz hogy ezt kivitelezni tudjuk, szükségünk van egy terhelés elosztóra, és egy olyan logikára, ami képes megsokszorozni az erőforrásainkat. Cloud-os környezetben ez könnyen kivitelezhető, egyébként hideg tartalékban tartott gépek behozatalával elérhető. Sajnálatos módon általános célú skálázó eszköz nincsen a piacon, viszont gyakran készítenek maguknak saját logikát a nagyobb gyártók.

- **Elastic Load Balancer:** Az Amazon AWS-ben az ELB avagy rugalmas terhelés elosztó az, ami ezt a célt szolgálja. Ennek a szolgáltatásnak az lenne a lényege, hogy segítse az Amazon Cloud-ban futó virtuális gépek hibatűrését, illetve egységbe szervezi a különböző elérhetőségi zónákban lévő gépeket, amivel gyorsabb elérést tudunk elérni. Mivel ez a szolgáltatás csupán az Amazon AWS-t felhasználva tud működni, nem megfelelő általános célra, azonban ha az Amazon Cloud-ban építjük fel a microservice architektúránkat, akkor erős eszköz lehet számunkra.

5.5. Terhelés elosztás

A microservice architektúrának egyik fontos eleme a terhelés elosztó, vagy valamilyen fürtözést lehetővé tevő eszköz. Ez azért fontos, mert egy egységes interfészt tudunk kialakítani a szolgáltatásaink elérésére, és könnyíti a skálázódást a szolgáltatások mentén.

- **HAProxy:** Egy magas rendelkezésre állást biztosító, és megbízhatóságot növelő terhelés elosztó eszköz. Konfigurációs fájlokon keresztül megszervezhetjük, hogy mely gépet hogyan érjük el, milyen IP címek mely szolgáltatásokhoz tartoznak, illetve

round robin módon osztja szét a kéréseket az egyes szerverek között. Ez az eszköz csak és kizárólag a HTTP TCP kéréseket tudja elosztani, de egyszerű könnyen telepíthető, és könnyen kezelhető (ha nem dinamikusan változnak a fürtben lévő gépek, mert ha igen akkor szükséges egy mellékes frissítő logika is)

- **nginx:** Az Nginx egy nyílt forráskódú web kiszolgáló és reverse proxy szerver, amivel nagy méretű rendszereket kezelhetünk, és segít az alkalmazás biztonságának megőrzésében. A kiterjesztett változatával (Nginx Plus) képesek lehetünk a terhelés elosztásra, és alkalmazás telepítésre. Nem teljesen a proxy szerver szerepét váltja ki, de képes elvégezni azt.

5.6. Virtualizációs technológiák

A microservice architektúrák kialakításánál nagy előnyt jelenthet, ha valamilyen virtualizációt használunk fel a környezet kialakításához. Virtualizált környezetben könnyebb a telepítés, skálázás, és a monitorozás is egyszerűbb lehet.

- **Docker:** Egy konténer virtualizációs eszköz, amelynek segítségével egy adott kernel alatt több különböző környezettel rendelkező alkalmazásokat futtató környezetet hozhatunk létre. A Docker egy szeparált fájlrendszert hoz létre a host gépen, és abban hajt végre műveleteket. Készíthetünk vele előre elkészített alkalmazás környezeteket, és szolgáltatásokat, ami ideálissá teszi microservice architektúrák létrehozásánál. A Docker konténerek segítségével egyszerűen telepíthetjük, skálázhatjuk, és fejleszthetjük a rendszert.
- **libvirt:** Többféle virtualizációs technológiával együtt működő eszköz, amivel könnyedén irányíthatjuk a virtuális gépeket, és a virtualizálás komolyabb részét el absztrahálja. Támogat KVM-em, XEN-t, VirtualBox-ot LXC, és sok más virtualizáló eszközt. Ezzel az eszközzel a környezet kialakítását szabhatjuk meg, tehát a hardware-eserőforrások megosztásában nyújt nagy segítséget.
- **kvm:** A KVM egy kernel szintű virtualizációs eszköz, amivel virtuális gépeket tudunk készíteni. Processzor szintjén képes szétválasztani az erőforrásokat, és ezzel szeparált környezeteket létrehozni. Virtualizál a processzoron kívül hálózati kártyát, háttértárat, grafikus meghajtót, és sok más. A KVM egy nyílt forráskódú projekt és létrehozhatunk vele Linux és Windows gépeket is egyaránt.
- **Akármilyen cloud:** Ha virtualizációról beszélünk, akkor adja magát hogy a Cloud-os környezeteket is ide értsük. Egy microservice architektúrájú programot a legcélsebb valamilyen Cloud-os környezetben létrehozni, mivel egy ilyen környezetnek definíciója szerint tartalmaznia kell egy virtualizációs szintet, megosztott erőforrásokat, monitorozást, és egyfajta leltárat a futó példányokról. Ennek megfelelően a microservice architektúra minden környezeti feltételét lefedi, csupán a szolgáltatásokat, business logikát, és az interfészeket kell elkészítenünk. Jellemzően a Cloud-os

környezetek tartalmaznak terhelés elosztást, és skálázási megoldást is, amivel szintén erősítik a szolgáltatás alapú architektúrákat. Ilyen környezet lehet az Amazon, Microsoft Azure, Google App Engine, OpenStack, és sokan mások.

5.7. Service registry-k

Számon kell tartani, hogy milyen szolgáltatások elérhetők, milyen címen és hány példányban az architektúránkban, és ehhez valamilyen szolgáltatás nyilvántartási eszközt kell használnunk.

- **Eureka:** Az Eureka a Netflix fejlesztése, egy AWS környezetben működő terhelés elosztó alkalmazás, ami figyeli a felvett szolgáltatásokat, és így mint nyilvántartás is megfelelő. A kommunikációt és a kapcsolatot egy Java nyelven írt szervertől és kliens biztosítja, ami a teljes logikát megvalósítja. EGYütt működik a Netflix által fejlesztett Asgard nevezetű alkalmazással, ami az AWS szolgáltatásokhoz való hozzáférést segíti. Ugyan ez az eszköz erősen optimalizált az Amazon Cloud szolgáltatásaihoz, de a leírás alapján megállja a helyét önállóan is. Mivel nyílt forráskódú, mintát szolgáltat egyéb alkalmazásoknak is.
- **Consul:** Korábban már említettem ezt az eszközt, mivel abban segít, hogy felismerjék egymást a szolgáltatások. A kapcsolatot vizsgáló és felderítő logikán kívül tartalmaz egy nyilvántartást is a beregisztrált szolgáltatásokról, amiknek az állapotát is vizsgálhatjuk.
- **Apache Zookeeper:** A Zookeeper egy központosított szolgáltatás konfigurációs adatok és hálózati adatok karbantartására, ami támogatja az elosztott működést, és a szerverek csoportosítását. Az alkalmazást elosztott alkalmazás fejlesztésre, és komplex rendszer felügyeletére és telepítés segítésére tervezték. A consulhoz hasonlóan működik, és a feladata is ugyan az.

5.8. Monitorozás, loggolás

Ha már megépítettük a microservice architektúrát, akkor meg kell bizonyosodnunk róla, hogy minden megfelelően működik, és minden rendben zajlik a szolgáltatásokkal. Ehhez többféle módon és többféle eszközzel is hozzáférhetünk, mivel az alkalmazás hibákat egy log szervertől, a környezeti problémákat egy monitorozó szervertől tudja megfelelően megmutatni számunkra.

- **Zabbix:** A Zabbix egy sok területen felhasznált, több 10 ezer szervert párhuzamosan megfigyelni képes, akármilyen adatot tárolni képes monitorozó alkalmazás, ami képes elosztott működésre, és virtuális környezetekben jól használható. Ágens nélküli és ágenses adatgyűjtésre is képes, és az adatokat különböző módokon képes megjeleníteni (földrajzi elhelyezkedés, gráfos megjelenítés, stb.). Nem egészen a microservice architektúrákhoz lett kialakítva, de egy elég általános eszköz, hogy felhasználható legyen ilyen célra is.

- **Kibana + LogStash:** A Kibana egy ingyenes adatmegjelenítő és adatfeldolgozó eszköz, amit az elasticsearch fejlesztett ki, és a logstash pedig egy log server, amivel tárolhatjuk a loggolási adatainkat, és egyszerűen kereshetünk benne. Kifejezetten adatfeldolgozásra szolgál mind a két eszköz, és közvetlenül együttműködnek az elasticsearch alkalmazással.
- **Sensu:** A Sensu egy egyszerű monitorozó eszköz, amivel megfigyelhetjük a szervereinket. Támogatja Ansible Chef, Puppet használatát, és támogatja a Plugin szerű bővíthetőséget. A felülete letisztult és elég jó áttekintést ad a szerverek állapotáról. Figyel a dinamikus változásokra, és gyorsan lekezeli a változásokkal járó riasztásokat. Ezek a tulajdonságai teszik a Cloud-okban könnyen és hatékonyan felhasználhatóvá.
- **Cronitor:** Ez a monitorozó eszköz mikro-szolgáltatások és cron job-ok megfigyelésére lett kifejlesztve, HTTP-n keresztül kommunikál, és a szolgáltatások állapotát figyeli. Nem túl széleskörű eszköz, azonban ha csak a szolgáltatások állapota érdekel hasznos lehet, és segíthet a Service Registry képzésében is.
- **Ruxit:** Egy Cloud-osított monitorozó eszköz, amivel teljesítmény monitorozást, elérhetőség monitorozást, és figyelmeztetés küldést végezhetünk. Az benne a különleges, hogy mesterséges intelligencia figyeli a szervereket, és kianalizálja a szerver állapotát, és a figyelmeztetéseket is követi. Könnyen skálázható, és használat alapú bérezése van. Ez a választás akkor jön jól, ha olyan feladatot szánunk az alkalmazásunknak, ami esetleg időben nagyon változó terhelést mutat, és az itt kapott riasztások szerint akarunk skálázni.

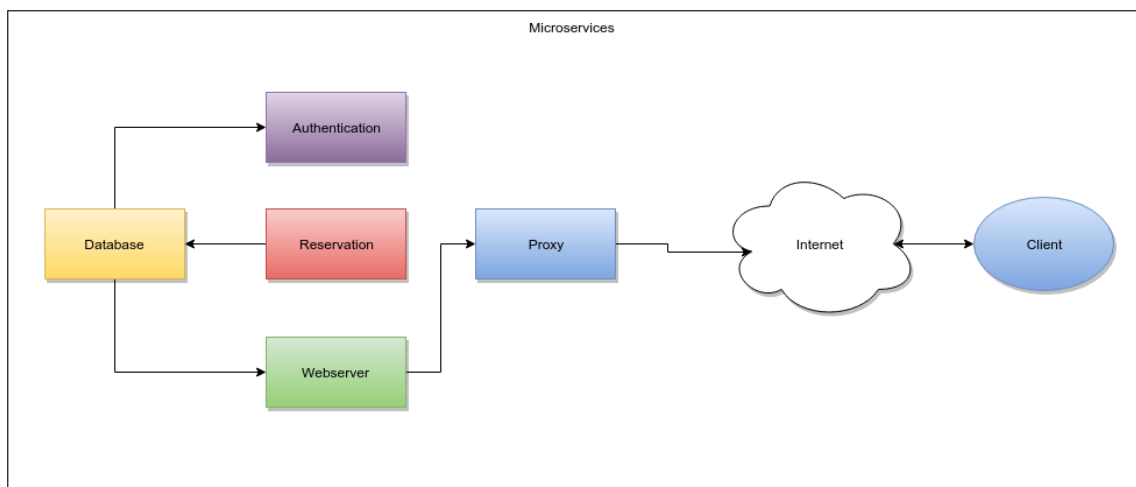
6. fejezet

Kommunikációs módszerek

A szolgáltatások közötti kommunikáció nincs lekötve de jellemző a REST-es API, vagy a webservice-re jellemző XML alapú kommunikáció. Minden szolgáltatáshoz tartozik egy önálló interfész, amin keresztül a többi szolgáltatás kommunikálhat vele, és minden funkcióját el lehet érni. Ennek az interfésznek olyannak kell lennie, hogy az implementáció szabadon változtatható legyen, és ne kelljen más szolgáltatásokat megváltoztatni, ha a saját szolgáltatásunkat változtatjuk. Ez segíti a több csapattal való munkát, és lehetővé teszi hogy teljesen függetlenül létezzenek a szolgáltatások.

7. fejezet

Minta alkalmazás terve



7.1. ábra. Microservices

7.1. Alkalmazás leírás:

Az alkalmazás, amin ketesztül a mikró szolgáltatások működését bemutatom, egy könyvesbolt webáruháza lesz, ami rendelkezik egy webes felülettel. A felhasználó be tud jelentkezni a felületre, és tud könyveket vásárolni magának.

7.2. Szolgáltatások:

A szolgáltatások meghatározásánál elsőnek azt vettem alapul, hogy milyen feladatokat kell teljesítenie a rendszernek, majd az erőforrásokat vettem alapul.

A könyvesbolthoz tartozóan a következő tevékenységeket határoztam meg:

- **Bejelentkezés:** Felhasználó felületen történő autentikálása
- **Böngészés:** Felhasználó láthatja mi van a raktáron
- **Vásárlás:** Felhasználó valamit a saját nevére ír

Ezekből a feladatokból a következő szolgáltatásokat lehet elkészíteni:

- **Felület kiszolgálása:** Egy web kiszolgáló alkalmazása, amin keresztül elvégezhetők a különböző műveletek, mint a bejelentkezés, vagy vásárlás. Ez a felület magába foglalja a böngészést lehetővé tevő szolgáltatást is.
- **Authentikációs szolgáltatás:** A bejelentkezni szándékozó felhasználó adatait ellenőrzi, és hibás bejelentkezés esetén hibát dob.
- **Vásárlási szolgáltatás:** A böngészés közben kiválasztott könyveket lefoglalja a raktári készletből.
- **Adatbázis szolgáltatás:** Ez a szolgáltatás tartalmazza a raktár tartalmát, a vásárlási naplót, és a bejelentkezési adatokat.
- **Terhelés elosztó szolgáltatás:** Ez a szolgáltatás a skálázhatóságot segíti, és egy egységes interfész kialakításában segít.

8. fejezet

Minta alkalmazás elkészítése

A megvalósításhoz felhasznált technológiák a szolgáltatások felismerésében különböztek. Kipróbáltam a korábbi félévek során használt *Consul*-t, amivel dinamikusan esemény vezérelten képesek kommunikálni a szolgáltatások. Másodszorra a *Docker* konténerekbe beépített módszert használtam fel, amivel könnyen, már indítás közben felismerik egymást a szolgáltatások. Harmadszorra pedig egy gyakran használt service registry-t használtam, az *Apache Zookeepert*.

8.1. Megvalósítás Docker konténerekkel:

Az egyszerűség kedvéért, és a koncepció kipróbálásához Docker konténereket használtam, mivel ezek könnyedén elindíthatók, kkonfigurálhatók, és helyi gépen is lehetővé teszik egy komplex architektúra kipróbálását.

A mikro szolgáltatások egyik legnagyobb előnye, hogy különböző platformokat és programozási nyelveket használhatunk az architektúrában különösebb probléma nélkül. Ezt a Docker-el úgy oldottam meg, hogy Centos és Ubuntu disztribúciójú környezeteket, és PHP, Python, Java, illetve Bash szkripteket használtam.

A szolgáltatásokhoz tartozó Docker konténerek:

- **Adatbázis:** Az alapja egy *'mysql'* nevezetű konténer, ami tartalmaz egy lightweight Ubuntu-t és benne telepítve egy mysql szerveret. Ezt a konténert egy inicializáló szkripttel egészítettem ki, ami elkészítette az alap adatbázist.
- **Terhelés elosztó:** A terhelés elosztást *HAProxy*-val oldottam meg, amit egy Ubuntu konténerre alapoztam. Létezik egy olyan Docker konténer, ami kifejezetten HAProxy mikro szolgáltatásnak van nevezve, azonban ez a konténer nehezen használható, és a szolgáltatás újraindítása is el lett rontva benne, így egyszerűbbnek láttam egy saját megvalósítást használni.
- **Webkiszolgáló:** A weboldal kiszolgálását egy *'httpd'* nevű lightweight konténer szolgálja ki amiben egy apache webkiszolgáló van. Ezt kiegészítettem *PHP*-val, és néhány szkripttel, ami kiszolgálja a kéréseket.
- **Authentikáció:** Egyszerű Ubuntu konténer, ami fel van szerelve *Python*-nal, és a *MySQLdb* Python könyvtárral. Ezen felül tartalmaz egy REST-es kiszolgálót, amin

keresztül elérhető a szolgáltatás.

- **Vásárlás:** Centos konténer alapú környezet, amiben *Java* lett telepítve, és egy webes REST API-n keresztül érhetjük el a szolgáltatását.

8.2. Kapcsolatok építése Consul-al:

A Consul alkalmazást korábbi félév folyamán használtam már, teljesítmény mérések futtatására, így megpróbáltam átültetni a logikát a jelenlegi mikro szolgáltatásokat biztosító architektúrába. A gondot az okozta, hogy a Consul alkalmazásnak szükséges egy fix pont, és ehhez találnom kellett egy olyan elemet, ami mindenképpen elsőnek indul el. Ez az elem lett a proxy szerver, ami összefogja az elemeket. A korábbi félévben használt kód megfelelő volt számomra, mivel nagyon hasonló minta alkalmazást használtam a teljesítmény mérésekhez is.

Ez a megoldás nem elég elosztott a mikro szolgáltatások tekintetében, azonban egy elég hatékony, és könnyen implementálható megoldás. A mikro szolgáltatásokra épülő architektúrában jellemzően van egy Service Registry elem, ami lehetővé teszi a szolgáltatások nyilvántartását, és ez biztosíthatja a kapcsolatot is. A Consul ebben a kialakításban pontosan így is működött, viszont található olyan eszköz amit kifejezetten a szolgáltatásokhoz találtak ki. Ez lenne például az Apache Zookeeper.

8.3. Kapcsolatok építése Docker-el:

Ahogy korábban már említettem lehetőség van a Docker legújabb verzióiban megadni ,hogy ez egyes konténerek milyen néven és milyen hálózaton keresztül érhető el a többi konténer. A név beállításához a docker run parancs `--hostname` paraméterét használhatjuk, míg a hálózat definiálásához előbb létre kell hozni egy új Docker hálózatot

```
docker network create bookstore
```

amire a konténerek tudnak csatlakozni a `--net` kulcsszóval. Ennek segítségével elértem, hogy nagyon egyszerűen és egy eszköz felhasználásával képesek legyenek látni egymást a szolgáltatások, viszont egy nagy hátulütője van a megoldásnak, mégpedig az, hogy egy gépen kell futnia az összes alkalmazásnak. Mivel ez egy mikro szolgáltatásokra épülő architektúránál közel sem ideális, így ez csupán fejlesztési, és reprezentatív jelleggel használható. (Mivel a labor célja, hogy bemutassam az architektúra működését, ezért ez megfelelő számomra)

8.4. Kapcsolatok építése Zookeeper-el:

TODO: Kipróbálni a Zookepert

8.5. Automatizálás:

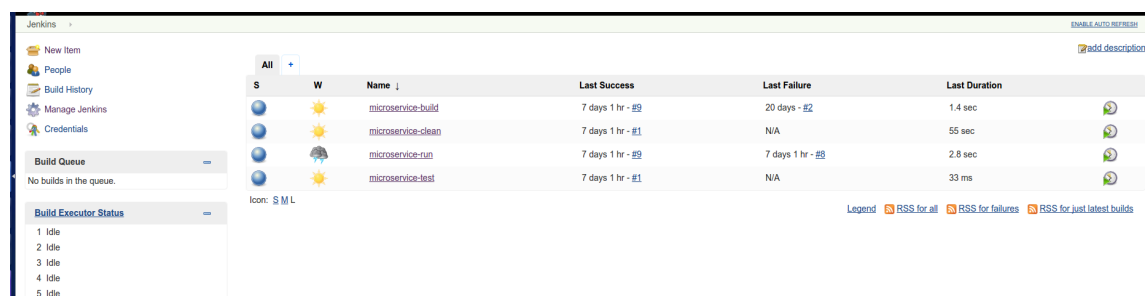
A mikro szolgáltatások architektúrájában a következő feladatokat lehet automatizálni:

1. **Teszt alkalmazás build-elése:** Gyakran van szükség a szolgáltatást futtató fájlok és egyéb tartalmak fordítására (C, Java, bináris kép fájlok fordítása) , és ezeket a forrásokat könnyedén elkészíthetjük automatizáltan is, mielőtt a környezetet összeépítenénk.
2. **Teszt architektúra telepítése:** Az egyes szolgáltatásokat egy felügyelt környezetbe helyezve valamilyen környezeti konfigurációval együtt telepíthetjük (esetünkben Docker konténerekbe csomagolhatjuk), és az így kialakuló architektúrát használhatjuk fel a céljaunkra. (Esetünkben kialakítunk egy könyvesboltot)
3. **Teszt architektúra konfigurálása:** Van, hogy telepítés után nem elég magára hagyni a rendszert, és használni a szolgáltatásokat, de szükséges különböző beállításokat végrehajtani, hogy a megfelelő módon működjön az alkalmazás. Ilyen feladat lehet a szolgáltatásokhoz tartozó registry frissítése, vagy a futtató gépeken a rendelkezésre állás javítása, és egyéb biztonsági mechanizmusok alkalmazása. (Esetemben a Zookeeper felkonfigurálása lesz a feladat.)
4. **Teszt architektúra tesztelése:** Az éles futó architektúrán futtathatunk teszteket, amikkel megbizonyosodhatunk, hogy a rendszer megfelelően működik, és minden rendben van, átadható a megrendelőnek, vagy átengedhető a felhasználóknak. Ilyen teszt lehet az alkalmazás elemeinek a unit tesztelése, szolgáltatásonként funkció tesztek futtatása, a szolgáltatások kapcsolaihoz integrációs és rendszer tesztek futtatása, illetve a skálázás és egyéb teljesítményt befolyásoló tényezőkhöz teljesítmény tesztek futtatása. (Esetemben unit teszteket fogok futtatni)

8.6. Jenkins Job-ok fejlesztése:

Az architektúra összeállításának automatizálását a Jenkins folytonos integrációt támogató eszközt használtam, aminek segítségével egyszerű feladatok létrehozásával, és bash parancsok futtatásával képes voltam fellőni egy teszt környezetet.

A létrehozott feladatok (job-ok):



S	W	Name	Last Success	Last Failure	Last Duration
		microservice-build	7 days 1 hr - #9	20 days - #2	1.4 sec
		microservice-clean	7 days 1 hr - #1	N/A	56 sec
		microservice-run	7 days 1 hr - #9	7 days 1 hr - #5	2.8 sec
		microservice-test	7 days 1 hr - #1	N/A	33 ms

8.1. ábra. Jenkins job-ok

- **bookstore-build:** Ennek a feladata a forrásfájlok és a Docker konténerek felkészítése. Miután a job végzett, a teljes infrastruktúra elkészíthető Docker konténerekből.

Console Output

```
Started by user anonymous
Building in workspace /var/lib/jenkins/jobs/microservice-build/workspace
> git rev-parse --is-inside-work-tree # timeout=10
> git rev-parse --is-inside-work-tree # timeout=10
Fetching changes from the remote Git repository
> git config remote.origin.url https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git # timeout=10
Fetching upstream changes from https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git
> git --version # timeout=10
using .gitcredentials to set credentials
> git config --local credential.username borlayda # timeout=10
> git config --local credential.helper store --file=/tmp/git6588968186272459217.credentials # timeout=10
> git -c core.askpass=true fetch --tags --progress https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
> git config --local --remove-section credential # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/master^{commit} # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/origin/master^{commit} # timeout=10
Checking out Revision 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754 (refs/remotes/origin/master)
> git config core.sparsecheckout # timeout=10
> git checkout -f 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754
> git rev-list 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754 # timeout=10
[workspace] $ /bin/sh -xe /tmp/hudson5338336264308612708.sh
+ /var/lib/jenkins/jobs/microservice-build/workspace/build_docker.sh
Create database for bookstore ...
Create webserver for bookstore ...
Create proxy for bookstore ...
Create reserve for bookstore ...
Create auth for bookstore ...
Microservices has been created!
Triggering projects: microservice-run
Finished: SUCCESS
```

8.2. ábra. Microservice build

- **bookstore-run:** Ennek a job-nak a feladata a Docker konténerek indítása, a szolgáltatások inicializálása.
- **bookstore-clean:** Ennek a job-nak a feladata, hogy a környezet ki legyen tisztítva, és ne maradjon a tesztek után semmilyen Docker konténer, vagy fordított fájl a munkaterületen (workspace).
- **bookstore-test:** Unit tesztek futtatása a feladata, de ide tartoznának a funkció és integrációs tesztek is, illetve a teljesítmény tesztek.

A Jenkins lehetővé teszi, hogy az egyes feladatok alfeladatokat hívjanak, és egy komplex hierarchiát hozzanak létre. Ha bonyolultabb vagy részletesebb felbontást szeretnének, csak fel kell vennem pár újabb feladatot, és meg kell hívnom egy feladatból a többi.

8.7. Egyéb minta alkalmazások:

KanBan board minta:

<https://github.com/eventuate-examples/es-kanban-board>

Archivematica minta:

<https://www.archivematica.org/en/>

Console Output

```
Started by upstream project "microservice-build" build number 9
originally caused by:
  Started by user anonymous
Building in workspace /var/lib/jenkins/jobs/microservice-run/workspace
> git rev-parse --is-inside-work-tree # timeout=10
Fetching changes from the remote Git repository
> git config remote.origin.url https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git # timeout=10
Fetching upstream changes from https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git
> git --version # timeout=10
using gitcredentials to set credentials
> git config --local credential.username borlayda # timeout=10
> git config --local credential.helper store --file=/tmp/git3575049518591043388.credentials # timeout=10
> git -c core.askpass=true fetch --tags --progress https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
> git config --local --remove-section credential # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/master^{commit} # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/master^{commit} # timeout=10
Checking out Revision 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754 (refs/remotes/origin/master)
> git config core.sparsecheckout # timeout=10
> git checkout -f 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754
> git rev-list 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754 # timeout=10
[workspace] $ /bin/sh -xe /tmp/hudson6453331697224313406.sh
+ /var/lib/jenkins/jobs/microservice-run/workspace/run_containers.sh
283c4e5e16ee648d9cdb445d2aa47f798763f96ea2558aaabde25226d00b01e
Start database service ...
ebd626be8fc2b85152ff2efe625de426e686a9e15e94e8019df775831c8c4316
Start webserver service ...
d0456425fc8add51e632d1970085911b3ccf9b6730ce52309aa8ff67323253
Start reserve service ...
64cd3e1afbb54f2da72480574a307c43219259da1386985e95df7a38a6e4f97b
Start auth service ...
49712dee7a28bc5df1c421ca18d06c52d0f002f9091d78371a57302531284672
Start proxy service ...
cfd6cc51805d437c17449e4cdc636325e0db3ce7e1b3b3d4700311116caa559
Triggering projects: microservice-test
Finished: SUCCESS
```

8.3. ábra. Microservice run

Console Output

```
Started by upstream project "microservice-test" build number 1
originally caused by:
  Started by upstream project "microservice-run" build number 9
originally caused by:
  Started by upstream project "microservice-build" build number 9
originally caused by:
  Started by user anonymous
Building in workspace /var/lib/jenkins/jobs/microservice-clean/workspace
Cloning the remote Git repository
Cloning repository https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git
> git init /var/lib/jenkins/jobs/microservice-clean/workspace # timeout=10
Fetching upstream changes from https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git
> git --version # timeout=10
using gitcredentials to set credentials
> git config --local credential.username borlayda # timeout=10
> git config --local credential.helper store --file=/tmp/git4178405747046778953.credentials # timeout=10
> git -c core.askpass=true fetch --tags --progress https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
> git config --local --remove-section credential # timeout=10
> git config remote.origin.url https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git # timeout=10
> git config --add remote.origin.fetch +refs/heads/*:refs/remotes/origin/* # timeout=10
> git config remote.origin.url https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git # timeout=10
Fetching upstream changes from https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git
using gitcredentials to set credentials
> git config --local credential.username borlayda # timeout=10
> git config --local credential.helper store --file=/tmp/git5621869497934903534.credentials # timeout=10
> git -c core.askpass=true fetch --tags --progress https://github.com/borlayda/dipterv2016-microservice.git +refs/heads/*:refs/remotes/origin/*
> git config --local --remove-section credential # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/master^{commit} # timeout=10
> git rev-parse refs/remotes/origin/master^{commit} # timeout=10
Checking out Revision 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754 (refs/remotes/origin/master)
> git config core.sparsecheckout # timeout=10
> git checkout -f 8b0902f49c17ca6b49a5537411e53712b9a87754
First time build. Skipping changelog.
[workspace] $ /bin/sh -xe /tmp/hudson4298315446159827323.sh
+ /var/lib/jenkins/jobs/microservice-clean/workspace/clean_docker.sh
cfd6cc51805d
49712dee7a28
64cd3e1afbb5
d0456425fc8a
ebd626be8fc2
cfd6cc51805d
49712dee7a28
```

8.4. ábra. Microservice clean

9. fejezet

Összefoglaló

A diplomaterv összefoglaló fejezete.

Irodalomjegyzék

- [1] Archivemata: [Archivemata 1.1 Micro-services](#)
- [2] Peter Van Garderen: *[Archivemata: Using Micro-Services and open-source software to deliver a comprehensive digital curation solution](#)*
- [3] Chris Richardson: [The Scale Cude](#)
- [4] Microsoft: [\[Pipes and Filters Pattern\]](#) (<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn568100.aspx>)
- [5] Microsoft: [Publish/Subscribe](#)
- [6] Sebastián Peyrott: [An Introduction to Microservices, Part 3: The Service Registry](#)
- [7] Mrina Natarajan: [3 golden rules of microservices deployments](#)
- [8] ElasticBox: [ElasticBox](#)
- [9] ElasticBox: [Kubernetes](#)
- [10] Jenkins: [ElasticBox CI](#)
- [11] Chris Richardson: [Choosing a Microservices Deployment Strategy](#)
- [12] Zohar Arad: [Effectively Monitor Your Micro-Service Architectures](#)
- [13] Nemeth Gergely: [Monitoring Microservices](#)
- [14] Cronitor: [Monitoring Microservices](#)
- [15] Ruxit: [Microservice monitoring](#)
- [16] Chris Richardson: [Service registry pattern](#)
- [17] David Liu: [Eureka at glance](#)
- [18] Hashicorp: [Consul](#)
- [19] Apache: [Apache Zookeeper](#)
- [20] Jenkins: [Jenkins](#)
- [21] Netflix: [Eureka](#)
- [22] Chef Software Inc.: [Chef](#)
- [23] Ansible: [Ansible](#)
- [24] SlatStack inc.: [SaltStack](#)
- [25] Amazon: [Elastic Load Balancing](#)
- [26] HAProxy: [The Reliable, High Performance TCP/HTTP Load Balancer](#)
- [27] Fideloper LLC: [Load Balancing with HAProxy](#)
- [28] Nginx: [Nginx](#)
- [29] Docker: [Docker](#)
- [30] Libvirt: [libvirt: The virtualization API](#)
- [31] KVM: [Kernel Virtual Machine](#)

- [32] Zabbix: [What is Zabbix](#)
- [33] Elasticsearch: [Kibana](#)
- [34] Elasticsearch: [LogStash](#)
- [35] Cronitor.io: [Cronitor](#)
- [36] dynatrace: [Ruxit overview](#)
- [37] Peter Van Garderen: *[Archivematica: Using Micro-Services and open-source software to deliver a comprehensive digital curation solution](#)*
- [38] Manfred Sneps-Sneppe, Dmitry Namiot: *[Micro-service Architecture for Emerging Telecom Applications](#)*
- [39] Chris Richardson (Kong): *[Pattern: Microservices Architecture](#)*
- [40] Jose Ignacio Fernández-Villamor, Carlos Á. Iglesias, Mercedes Garijo: *[Microservices: Lightweight services descriptors for REST architectural style](#)*
- [41] Dimirty Namiot, Manfréd Sneps-Sneppe: *[On Mirco-services Architecture](#)*
- [42] Augusto Ciuffoletta: *[Automated deployment of a microservice-based monitoring infrastructure](#)*
- [43] Reagan Moore: *[Towards a Theory of Digital Preservation](#)*
- [44] Sebastián Peyrott: [An Introduction to Microservices, Part 1](#)
- [45] James Lewis, Martin Fowler: [Microservices a definition of this new architectural term](#)

Táblázatok jegyzéke

Ábrák jegyzéke

1.1. Scaling Cube	7
7.1. Microservices	20
8.1. Jenkins job-ok	24
8.2. Microservice build	25
8.3. Microservice run	26
8.4. Microservice clean	26

A. függelék

Függelék