

Linked Data

Jeszenszky Péter

Debreceni Egyetem, Informatikai Kar

jeszenszky.peter@inf.unideb.hu

Utolsó módosítás: 2022. december 4.

Linked Data

- A kifejezés strukturált adatok webes közzétételének és összekapcsolásának megvalósítási módját jelenti.
- A hiperszöveg-web mintájára adat-web („*Web of Data*”, „*Data Web*”) megvalósítása a cél.
- A hiperszöveg-weben a weboldalak közötti kapcsolatok kifejezése hiperlinkek segítségével történik.
- Az adat-weben tetszőleges dolgok között kapcsolatok írhatók le RDF linkek által.

Az elképzelés

- Tim Berners-Lee. *Linked Data – Design Issues*.
July 27, 2006.
<https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

Specifikációk

- Lásd:
<https://www.w3.org/TR/?title=linked%20data>
 - *Linked Data Platform 1.0* (W3C ajánlás, 2015. február 26.) <https://www.w3.org/TR/ldp/>
 - *JSON-LD 1.1 – A JSON-based Serialization for Linked Data* (W3C ajánlás, 2020. július 16.) <https://www.w3.org/TR/json-ld/>
 - ...

Felhasznált fogalmak (1)

- URI, IRI
- Erőforrásrész-azonosító (*fragment identifier*)
- Erőforrás (*resource*)
- Információ erőforrás (*information resource*)
- Hivatkozás-feloldás (*dereferencing*)
- Reprezentáció (*representation*)
- Média típus (*media type*)
- Tartalomegyeztetés (*content negotiation*)

Felhasznált fogalmak (2)

- A fogalmak meghatározásait lásd az alábbi szabványokban:
 - *Architecture of the World Wide Web, Volume One* (W3C ajánlás, 2004. december 15.) <https://www.w3.org/TR/webarch/>
 - Tim Berners-Lee, Roy T. Fielding, Larry Masinter. *RFC 3986: Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*. January 2005. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3986>
 - Martin Dürst, Michel Suignard. *RFC 3987: Internationalized Resource Identifiers (IRIs)*. January 2005. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3987>
 - Roy T. Fielding (ed.), Mark Nottingham (ed.), Julian F. Reschke (ed.). *RFC 9110: HTTP Semantics*. June 2014. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9110>

RDF linkek (1)

- Az adat-web alapjául az RDF linkek szolgálnak.
- **RDF link**nek nevezünk egy olyan RDF hármast, melyet három IRI alkot.
 - Azaz a hármassal alanya és tárgya is egy IRI.
- Egy RDF linkben megjelenő IRI hivatkozás-feloldása az IRI által azonosított erőforrás leírását kell, hogy szolgáltatassa.

RDF linkek (2)

- Példa az N-Triples szintaxissal ábrázolt RDF linkre:
 - [<http://dbpedia.org/resource/Hungary>](http://dbpedia.org/resource/Hungary)
[<http://dbpedia.org/ontology/capital>](http://dbpedia.org/ontology/capital)
[<http://dbpedia.org/resource/Budapest>](http://dbpedia.org/resource/Budapest) .

RDF linkek (3)

- Egy RDF link követése az alany vagy tárgy pozícióban lévő IRI hivatkozás-feloldását jelenti.
 - A Weben megszokott navigálás élményét adja, ha minden IRI hivatkozás-feloldás az IRI által azonosított erőforrás egy RDF reprezentációját eredményezi.
- Azok az RDF linkek a legértékesebbek, melyek különböző adatforrások között definiálnak kapcsolatokat.
 - Miattuk több az adat-web izolált RDF gráfok összességénél.

Böngészés

- Az adat-web elérése Linked Data böngészőkkel történik.
 - RDF linkek követésével teszik lehetővé a különböző adatforrások közti navigálást.

Linked Data böngészők

- *AtomGraph Web-Client* (programozási nyelv: Java; licenc: *Apache License 2.0*) <https://hub.docker.com/r/atomgraph/web-client/>
<https://github.com/AtomGraph/Web-Client>
- *LodLive* (programozási nyelv: JavaScript; licenc: *MIT License*)
<http://en.lodlive.it/> <https://github.com/LodLive/LodLive>
- *OpenLink Data Explorer* (licenc: GPLv2)
<http://ode.openlinksw.com/>
 - Megvalósítás böngésző kiterjesztéseként (Chrome, Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari).
- *Quick and Dirty RDF browser* (programozási nyelv: PHP; licenc: GNU GPL v2) <http://graphite.ecs.soton.ac.uk/browser/>

Böngészhető gráfok (1)

- Egy RDF gráf **böngészhető**, ha bármely benne csúcsként megjelenő IRI hivatkozás-feloldása során megkapjuk a csúcs leírását, mely az alábbiakat jelenti:
 - Azokat az RDF hármassokat, melyekben a csúcs alanyként vagy tárgyként szerepel.
 - Azoknak az üres csomópontoknak a leírását, melyek a csúcstól egyetlen élnyi távolságra vannak.
- Lásd:
 - Tim Berners-Lee. *Linked Data – Design Issues*. July 27, 2006. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

Böngészhető gráfok (2)

- A böngészhetőség a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha például két dokumentum tartalmazza az adatokat, akkor mindkét dokumentumban meg kell adni azokat az RDF linkeket, melyek az egyik dokumentumban leírt erőforrásokat kapcsolják össze a másikon leírt erőforrásokkal.
 - Azért, hogy a gráf az élek mentén mindkét irányban navigálható legyen.
 - Ez redundanciát jelent, ráadásul biztosítani kell a konzisztenciát.

RDF Best Practices

- Lehetőleg kerülni kell üres csomópontok használatát, mivel ezekre nem lehet kívülről hivatkozni.
 - Több különböző adatforrás közötti kapcsolatok kialakításánál jelenthet problémát.

Linked Data vs Web APIs (1)

- Web API-k segítségével is hatalmas mennyiségű strukturált adat érhető el jelenleg a weben.
 - *Amazon Web Services (AWS) Documentation*
<https://docs.aws.amazon.com/>
 - *Meta for Developers* <https://developers.facebook.com/>
 - *Google APIs Explorer*
<https://developers.google.com/apis-explorer/>
 - *Twitter Developer Platform – Twitter API Documentation*
<https://developer.twitter.com/en/docs/twitter-api>
 - ...

Linked Data vs Web APIs (2)

- A web API-k segítségével általában XML vagy JSON formátumban juthatunk strukturált adatokhoz.
 - Minden web API saját interfészt és válasz formátumokat definiál.
- Kapcsolt adatok elérése egységes módon történik, ráadásul az alábbi előnyöket élvezhetjük:
 - Különböző adatforrások természetes módon kapcsolhatók össze.
 - Kapcsolt adatok automatikusan fedezhetők fel (például keresőmotor robotok által).

Alapelvek

- A négy alapelv:
 - Használjunk URI-kat nevekként.
 - Kizárólag HTTP URI-kat használjunk, melyeknél hivatkozás-feloldás lehetséges.
 - URI hivatkozás-feloldás során a szabványok segítségével (RDF, SPARQL) szolgáltatassunk hasznos információkat.
 - Minden URI-hoz adjunk meg a kapcsolatait más URI-kkal.
- Lásd:
 - Tim Berners-Lee. *Linked Data – Design Issues*. July 27, 2006. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

URI-k használata

- Milyen URI-t használjunk? („URI-tervezés”)
 - Tim Berners-Lee. Hypertext Style: *Cool URIs don't change*. 1998. <https://www.w3.org/Provider/Style/URI>
- Egy URI nem feltétlenül egy információ erőforrást azonosít.
 - Nem információ erőforrások például a fogalmak, a fizikai világ objektumai, helyek, személyek, ...
- Hogyan azonosíthat egy URI nem információ erőforrást?

Nem információ erőforrások azonosítása

- Lehetséges megoldások:
 - *Hash* URI-k, mint például <http://eg.com/contact.rdf#me>
 - 303-as átirányítás
- Lásd:
 - *Cool URIs for the Semantic Web* (W3C érdeklődési csoport feljegyzés, 2008. december 3.)
<https://www.w3.org/TR/cooluris/>
 - *Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies* (W3C munkacsoport feljegyzés, 2008. augusztus 28.)
<https://www.w3.org/TR/swbp-vocab-pub/>

303-as átirányítás

- A webszerver egy másik erőforrásra irányíthat át egy felhasználói ágenst egy 3xx állapotkódú válasz küldésével.
 - A Location válasz fejlécmező jelzi annak az erőforrásnak az URI-ját, melyre az átirányítás történik.
- A 303 (See Other) állapotkód azt jelzi, hogy a szerver a felhasználói ágenst egy másik erőforrásra irányítja át, melynek célja, hogy egy közvetett választ adjon az eredeti kérésre.
- Az átirányítás történjen egy olyan URI-ra, melyen keresztül az erőforrás leírása érhető el RDF-ben.

Példa 303-as átirányításra (1)

- Tegyük fel, hogy egy felhasználói ágens például a <http://dbpedia.org/resource/Hungary> URI-val azonosított nem információ erőforrásra vonatkozó GET kérést intéz a webszerverhez.
 - A felhasználói ágens az Accept fejlécmezőben adhatja meg a válasz számára elfogadható média típusát (például `application/rdf+xml`).
- A webszerver az alábbi kérést kapja a kienstől:

```
GET /resource/Hungary HTTP/1.1
User-Agent: curl/7.86.0
Host: dbpedia.org
Accept: application/rdf+xml
```

Példa 303-as átirányításra (2)

- A webszerver átirányítja a klienst a nem információ erőforrást leíró információ erőforrásra az alábbi választ visszaküldve:
 - Tartalomjegyeztetés alapján történhet az átirányítás.

```
HTTP/1.1 303 See Other
Location: http://dbpedia.org/data/Hungary.xml
...
```

Kapcsolt adatok közzététele (1)

- Statikus RDF állományok formájában (RDF/XML, N-Triples, N-Quads, Turtle, TriG, JSON-LD).
- RDF beágyazása HTML-be:
 - RDFa <https://rdfa.info/>
<https://www.w3.org/TR/?title=rdfa>
- RDF tárolókból:
 - Az RDF tárolók általában biztosítanak Linked Data interfészt az eléréshez.

Kapcsolt adatok közzététele (2)

- Ha a tartalom nem RDF-ben áll rendelkezésre:
 - Relációs adatbázisok elérhetővé tétele kapcsolt adatokként:
 - *Virtuoso Open-Source Edition* (programozási nyelv: C; licenc: GPLv2) <http://vos.openlinksw.com/>
<https://github.com/openlink/virtuoso-opensource>
 - Lásd: *Mapping Relational Data to RDF with Virtuoso's RDF Views*
 - <https://virtuoso.openlinksw.com/whitepapers/relational%20rdf%20views%20mapping.html>
 - Kapcsolódó specifikáció:
 - *A Direct Mapping of Relational Data to RDF* (W3C ajánlás, 2012. szeptember 27.) <https://www.w3.org/TR/rdb-direct-mapping/>

Linked Data Platform (1)

- *Linked Data Platform 1.0* (W3C ajánlás, 2015. február 26.) <https://www.w3.org/TR/ldp/>
 - A specifikáció meghatározza a HTTP használatának módját erőforrások eléréséhez, módosításához, létrehozásához és törléséhez olyan szervereken, melyek erőforrásaikat kapcsolt adatokként kínálják.
 - REST stílusú architektúra olvasható/írható kapcsolt adatokhoz.

Linked Data Platform (2)

- Implementációk:

https://www.w3.org/wiki/LDP_Implementations

- *Fedora* (programozási nyelv: Java; licenc: *Apache License 2.0*) <https://duraspace.org/fedora/>
<https://github.com/fcrepo4/fcrepo4>
- *Trellis Linked Data Server* (programozási nyelv: Java; licenc: *Apache License 2.0*) <https://www.trellisldp.org/>
<https://github.com/trellis-ldp/trellis>
- *Virtuoso Open-Source Edition* (programozási nyelv: C; licenc: *GPLv2*) <https://github.com/openlink/virtuoso-opensource>
- ...

Nyílt adatok (1)

- Szabadon, bármiféle korlátozás nélkül tetszőleges célra felhasználható adatok.
 - Meghatározás: *The Open Definition* <https://opendefinition.org/>
- A nyílt adatokat népszerűsítő programok és szervezetek:
 - *The International Open Data Charter* <https://opendatacharter.net/>
 - *Open Data Institute* <https://theodi.org/>
 - *Open Knowledge Foundation* <https://okfn.org/>
 - *Open State Foundation* <https://openstate.eu/>
 - ...

Nyílt adatok (2)

- Szabad és nyílt forrású szoftverek nyílt adat portálok üzemeltetéséhez:
 - CKAN (programozási nyelv: Python; licenc: AGPLv3)
<https://ckan.org/> <https://github.com/ckan/ckan>
 - CKAN példányok: <https://ckan.org/showcase>
 - Dataverse (programozási nyelv: Java; licenc: Apache License v2) <https://dataverse.org/>
<https://github.com/IQSS/dataverse>
 - Dataverse példányok: lásd a térképet a weboldalon

Nyílt adatok (3)

- További hasznos címek:
 - *Open Data Commons* <https://opendatacommons.org/>
 - Licencek: <https://opendatacommons.org/licenses/>
 - *The Open Data Handbook* <https://opendatahandbook.org/>
 - *5-star Open Data* <https://5stardata.info/en/>
 - *Data Portals: A Comprehensive List of Open Data Portals from Around the World* <https://dataportals.org/>
 - *opendata.hu* <http://opendata.hu/>
 - *The Open Data Impact Map* <https://opendataimpactmap.org/>

Linked Open Data (1)

- A *Linked Open Data* (LOD) („kapcsolt nyílt adatok”) egy nyílt licenc hatálya alatt kiadott kapcsolt adatokat jelent.
 - Lásd: Tim Berners-Lee. *Linked Data – Design Issues*. July 27, 2006.
<https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Vizualizáció: *The Linked Open Data Cloud*
<https://lod-cloud.net/>

Linked Open Data (2)

- Néhány a projekt részét alkotó önkényesen kiemelt és bemutatásra kerülő adathalmaz:
 - GeoNames <https://www.geonames.org/>
 - DBpedia <https://dbpedia.org>

GeoNames (1)

- A <https://www.geonames.org/> címen elérhető földrajzi adatbázis.
- Földrajzi alakulatokhoz földrajzi koordináták és egyéb adatok (például népesség, postai irányítószámok) szolgáltatása.
- Számos különböző forrásból integrál adatokat.
- Többféle keresési és böngészési lehetőség áll biztosított.
- A felhasználók egy wiki interfészen keresztül szerkeszthetik is az adatokat.
- További információk: *About GeoNames*
<https://www.geonames.org/about.html>

GeoNames (2)

- Jelenleg 27 milliónál több földrajzi nevet tartalmaz 12 milliónál több földrajzi alakulathoz.
- Földrajzi alakulatok 9 kategóriába, azon belül 645 további alkategóriába sorolása.
- Statisztikák:
<https://www.geonames.org/statistics/>

GeoNames (3)

- Szabad hozzáférés és felhasználás.
 - Licenc: *Creative Commons Attribution 4.0 License*
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

GeoNames (4)

- A teljes adatbázis letölthető lokális használatra.
 - Sima szövegállományok formájában, többféle bontásban (például országoként):
<https://download.geonames.org/export/dump/>
 - RDF-ben: <https://download.geonames.org/all-geonames-rdf.zip>
- Webszolgáltatások (REST): napi 150 millió kérés kiszolgálása.
 - Üzleti szolgáltatásként is elérhető (példuául rövidebb válaszidő).
 - Lásd: *GeoNames Premium Webservices*
<https://www.geonames.org/commercial-webservices.html>

GeoNames (5)

- Minden földrajzi helynévhez egy URI hozzárendelése.
 - Az URI-val egy olyan webszolgáltatás is elérhető, mely RDF-ben szolgáltat kapcsolódó információkat.
- OWL webontológia:
https://www.geonames.org/ontology/ontology_v3.3.rdf
- Lásd: *GeoNames Ontology*
<https://www.geonames.org/ontology/documentation.html>

GeoNames (6)

- Például a Magyarországot azonosító URI:
<https://sws.geonames.org/719819/>
 - 303-as átirányítás történik a
<https://sws.geonames.org/719819/about.rdf> URI-ra.
 - Lásd:
 - `curl -H "Accept: application/rdf+xml" -L \`
`http://sws.geonames.org/719819/`
- Magyarország leírása RDF-ben:
<https://sws.geonames.org/719819/about.rdf>

GeoNames (7)

- Kapcsolt adatok:
 - A Magyarországgal szomszédos országok (RDF/XML):
<https://sws.geonames.org/719819/neighbours.rdf>
 - Magyarország közigazgatási egységei (RDF/XML):
<https://sws.geonames.org/719819/contains.rdf>
 - Az Eiffel-toronyhoz közeli helyek (RDF/XML):
<https://sws.geonames.org/6254976/nearby.rdf>

DBpedia

- A projekt célja strukturált információk kinyerése a Wikipédiából és ezek elérhetővé tétele a Weben.
- Lehetővé teszi lekérdezések végrehajtását a Wikipédiára, valamint más, a Weben kapcsolt adatokként elérhető adatállományok összekapcsolását a Wikipédiából kinyert információkkal.
- Webhely: <https://www.dbpedia.org/>
 - Információk fejlesztőknek:
 - *DBpedia Development Wiki* <http://dev.dbpedia.org/>
 - *DBpedia Forum* <https://forum.dbpedia.org/>
 - GitHub tárolók: <https://github.com/dbpedia/>

DBpedia kiadási ciklus (1)

- Havi rendszerességgű kiadások:
 - Jelenleg egy olyan kiadási modell használata, melyben havonta automatikusan kerülnek létrehozásra a kiadások.

DBpedia kiadási ciklus (2)

- Szabályos időközönként (rendes körülmények között havonta) automatikusan lefut a DBpedia kinyerő keretrendszer a Wikipédián (minden nyelvre), melynek eredményként létrejönnek a DBpedia-t alkotó különféle adatállományok.
- Lásd:
 - Marvin Hofer, Sebastian Hellmann, Milan Dojchinovski, Johannes Frey. *The New DBpedia Release Cycle: Increasing Agility and Efficiency in Knowledge Extraction Workflows*. In: Semantic Systems. In the Era of Knowledge Graphs. SEMANTICS 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol. 12378. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59833-4_1

DBpedia adatállományok (1)

- A DBpedia adatok adatállományokra bontva állnak rendelkezésre, melyek külön-külön tölthetők le.
- Az adatállományok a DBpedia Adatbuszon (*DBpedia Databus*) kerülnek publikálásra és terjesztésre.
- Több adatállomány egy gyűjteménybe csoportosítható.
- A rendelkezésre álló adatállományokról lásd:
 - *Knowledge Graphs*
<https://www.dbpedia.org/resources/knowledge-graphs/>
 - *Popular Individual Datasets*
<https://www.dbpedia.org/resources/individual/>

DBpedia adatállományok (2)

- Licenc:
 - *Creative Commons Attribution-ShareAlike* (CC BY-SA 3.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
 - *GNU Free Documentation License*
<https://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>

DBpedia Latest Core Release (1)

- Az angol nyelvű Wikipédián alapul adatállományok egy gyűjteménye.
- Apró gyémántnak (*Tiny Diamond*) is hívják.
- Ez van betöltve a DBpedia nyilvános SPARQL végpontjába.
- A DBpedia által kiadott legkisebb tudásgráf.
- Letölthető a DBpedia Adatbuszról:
<https://databus.dbpedia.org/dbpedia/collections/latest-core>
- További információk:
<https://www.dbpedia.org/resources/latest-core/>

DBpedia Latest Core Release (2)

- Statisztikák:
 - Összes példány száma: 5 425 491
 - Személyek: 2 268 104
 - Helyek: 802 333
 - Alkotások: 636 056
 - Szervezetek: 414 474
 - Fajok: 1 958 759
 - Összes RDF hármass száma: 1 141 462 841

DBpedia Adatbusz

- A DBpedia adatállományok publikálásához használt adat katalogizáló és „verziózó” platform.
- Lehetővé teszi a kiadások rendszeresen történő automatikus létrehozását.
- Webhely: <https://databus.dbpedia.org/>
- További információk:
<https://www.dbpedia.org/resources/databus/>

DBpedia ontológia (1)

- Manuálisan létrehozott sekély, *cross-domain* OWL webontológia.
- Az ontológia egy irányított körmentes gráf, nem fa (az osztályoknak több ősosztálya is lehet).
- Jelenleg 768 osztály és 3000 tulajdonság alkotja.

DBpedia ontológia (2)

- Letölthető a *DBpedia Archivo*-ból:
<https://archivo.dbpedia.org/info?o=http://dbpedia.org/ontology/>
- Lekérdezhető a DBpedia nyilvános SPARQL végpontján is: <http://dbpedia.org/sparql>
- További információk:
<https://www.dbpedia.org/resources/ontology/>

DBpedia URI-k (1)

- Minden DBpedia entitást egy URI azonosít.
 - Példák:
 - http://dbpedia.org/resource/John_von_Neumann
 - http://de.dbpedia.org/resource/John_von_Neumann
 - http://hu.dbpedia.org/resource/Neumann_J%C3%A1nos
 - Lásd:
<https://www.dbpedia.org/resources/linked-data/>

DBpedia URI-k (2)

- Minden ontológia osztályt és tulajdonságot azonosító URI <http://dbpedia.org/ontology/> kezdetű.
 - Példa:
 - <http://dbpedia.org/ontology/SoccerPlayer>
 - <http://dbpedia.org/ontology/birthDate>

DBpedia: Wikipédia tartalom kinyerése (1)

- Megvalósítás:
 - *DBpedia Extraction Framework* (programozási nyelv: Scala; licenc: GPLv2)
<https://github.com/dbpedia/extraction-framework>
- További információk:
 - <https://github.com/dbpedia/extraction-framework/wiki>
 - *Language Resources (NIF)*
<https://www.dbpedia.org/resources/nif/>

DBpedia: Wikipédia tartalom kinyerése (2)

- Webszolgáltatások:
 - *DBpedia Extraction Framework Web Services*
<http://mappings.dbpedia.org/server/>
 - Kinyerő angol nyelvű Wikipedia oldalakhoz:
<http://mappings.dbpedia.org/server/extraction/en/>
 - Kinyerő magyar nyelvű Wikipedia oldalakhoz:
<http://mappings.dbpedia.org/server/extraction/hu/>
 - ...

DBpedia: online elérés (1)

- Lásd:
 - Linked Data interfész:
 - Bármely DBpedia URI esetén hivatkozás-feloldás történik.
 - Lásd: <https://www.dbpedia.org/resources/linked-data/>
 - Lekérdezés:
 - Nyilvános SPARQL végpont (OpenLink Virtuoso):
<http://dbpedia.org/sparql>
 - A végponton keresztül elérhető adathalmazok:
<https://www.dbpedia.org/resources/latest-core/>
 - Lásd: <https://www.dbpedia.org/resources/sparql/>

DBpedia: online elérés (2)

- *DBpedia Live*

<https://www.dbpedia.org/resources/live/>

- Célja a DBpedia naprakészen tartása.
- Folyamatos szinkronizálás a Wikipédiával.
- SPARQL végpont: <http://live.dbpedia.org/sparql>
- Statisztikák: <https://live.dbpedia.org/live/>

DBpedia: SPARQL lekérdezések (1)

- Kik azok a személyek, akik aznap születtek, amikor Albert Einstein elhunyt?
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    dbr:Albert_Einstein dbo:deathDate ?p .
    ?x a dbo:Person .
    ?x dbo:birthDate ?q .
    FILTER sameTerm(?p, ?q)
}
```

DBpedia: SPARQL lekérdezések (2)

- Kik születtek Elvis Presley-vel egy napon?
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    dbr:Elvis_Presley dbo:birthDate ?p .
    ?x a dbo:Person .
    ?x dbo:birthDate ?q .
    FILTER (sameTerm(?p, ?q) &&
        ! sameTerm(?x, dbr:Elvis_Presley))
}
```


DBpedia: SPARQL lekérdezések (3)

- A The Beatles még elő egykori tagjai:
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    dbr:The_Beatles dbo:formerBandMember ?x.
    OPTIONAL {
        ?x dbo:deathDate ?z.
    }
    FILTER (! bound(?z))
}
```

DBpedia: SPARQL lekérdezések (4)

- Mely Steven Spielberg által rendezett filmekben szerepel Harrison Ford?
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    ?x a dbo:Film ;
    dbo:director dbr:Steven_Spielberg ;
    dbo:starring dbr:Harrison_Ford .
}
```

DBpedia: SPARQL lekérdezések (5)

- Mely Steven Spielberg által rendezett filmekben nem szerepel Harrison Ford?
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    ?x a dbo:Film ;
        dbo:director dbr:Steven_Spielberg .
    OPTIONAL {
        ?y a dbo:Film ;
            dbo:starring dbr:Harrison_Ford .
        FILTER (?x = ?y)
    }
    FILTER (! bound(?y))
}
```

DBpedia: SPARQL lekérdezések (6)

- Mely filmekben szerepel Tom Cruise a nejével együtt?
 - Kipróbálás: <https://dbpedia.org/sparql>

```
PREFIX dbpo: <http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>
SELECT ?x
WHERE {
    ?x a dbo:Film ;
        dbo:starring dbr:Tom_Cruise .
    ?z dbo:spouse dbr:Tom_Cruise .
    ?x dbo:starring ?z .
}
```

DBpedia alkalmazások

- Az alkalmazások egy felsorolását lásd itt:
<https://www.dbpedia.org/community/data-tools-services/>
 - *DBpedia Spotlight* (programozási nyelv: Scala; licenc: *Apache License 2.0*) <https://www.dbpedia-spotlight.org/>
<https://github.com/dbpedia-spotlight/dbpedia-spotlight-model>
 - Demonstráció: <https://www.dbpedia-spotlight.org/demo/>
 - *DBpedia Chatbot* (programozási nyelv: Java; licenc: *Apache License 2.0*) <http://chat.dbpedia.org/><https://github.com/dbpedia/chatbot>
 - *Linked People* <https://linkedpeople.net/>
 - *Sparklis* (programozási nyelv: JavaScript; licenc: *Apache License 2.0*) <https://wiki.dbpedia.org/projects/sparklis>
<http://www.irisa.fr/LIS/ferre/sparklis/>

További információk

- *Linked Data*
<https://www.w3.org/standards/semanticweb/data>
- *LinkedData – W3C Wiki*
<https://www.w3.org/wiki/LinkedData>
- Tom Heath, Christian Bizer, *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space*. Morgan & Claypool Publishers, 2011. <http://linkeddatabook.com/>
- *EUCLID – EdUcational Curriculum for the usage of LInked Data* <https://euclid-project.eu/>
- *JSON-LD* <https://json-ld.org/>