

Ontological Knowledge Engine and Health Screening Data Enabled Ubiquitous Personalized Physical Fitness UFIT

1 APUNTES BORRADOR

- UFIT usa como núcleo el HL7-sample-plus-owl:

https://www.google.es/search?q=hl7+sample+plus+owl&oq=hl7+sample+plus+owl&aqs=chrome..69i57.5620j0j9&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8

- UFIT es capaz de procesar datos del usuario sobre su salud e información personal desde cualquier sistema que tenga el HL7 habilitado y en base a sus datos, genera los ejercicios personalizados.

- REST Style Web Services: http://es.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer

- Un servicio web "Ubiquitous" es un servicio web que se puede acceder a través de Internet. Se adapta a las preferencias del usuario y a las circunstancias dinámicas de los dispositivos. Con REST es fácil crear un sistema de este tipo.

- Ejemplo CUBIQ: Cross UBIQUITOUS Platform. Esta plataforma Japonesa activa dispositivos heterogéneos, sensores, teléfonos móviles y actuadores para ser integrados y hacerlos funcionar de forma universal.

ftp://ftp.heanet.ie/disk1/sourceforge/p/ps/pSMARTSPACE/Context_Awareness_Workshop/Panel%20-%20ATR%20-%20Masayoshi%20Hashi.pdf

2 METODOLOGÍA

2.1 ESTUDIOS REQUERIDOS

- Para crear UFIT se pusieron en contacto con MJ Health Screening Center en Taiwan y trabajaron con médicos claro :)

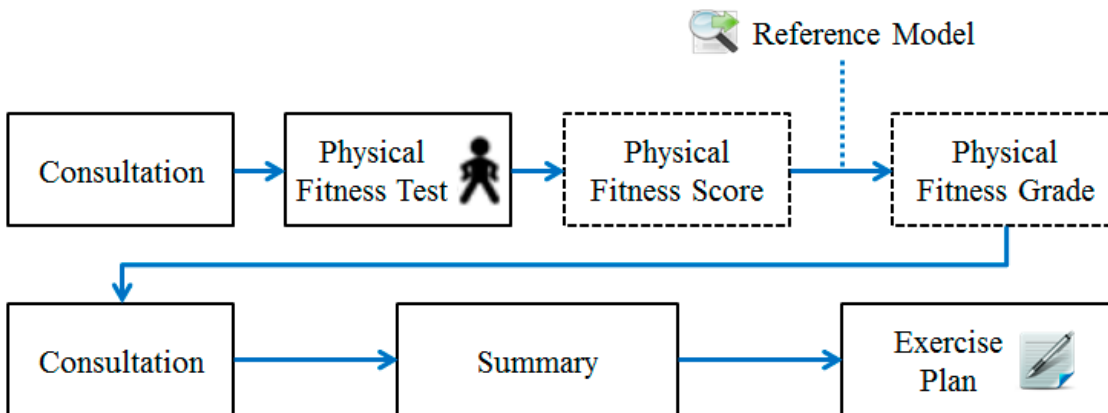


Figura: Consulta => Test físico => Puntuación Fitness => (Modelo de referencia) Grado físico fitness => Consulta => sumario => plan de ejercicios

1. Fase de consulta en el que se le hacen 9 preguntas (Dónde vives, dónde trabajas, cuánto ejercicio haces, qué tipo.... etc)
2. El test que se realiza para evaluar el nivel de estado de forma incluye 9 tipos de ejercicio para evaluar diferentes ámbitos (3 minutos subiendo y bajando escaleras para ver su resistencia cardiovascular, sentarse y levantarse, un minuto de curls... etc)
3. Para cada actividad, los se obtiene una tabla del ministerio de educación para poder comparar según edad....
4. Un instructor revisa todo esto para generar el plan personalizado según objetivo, tipo, tiempo, intensidad y frecuencia

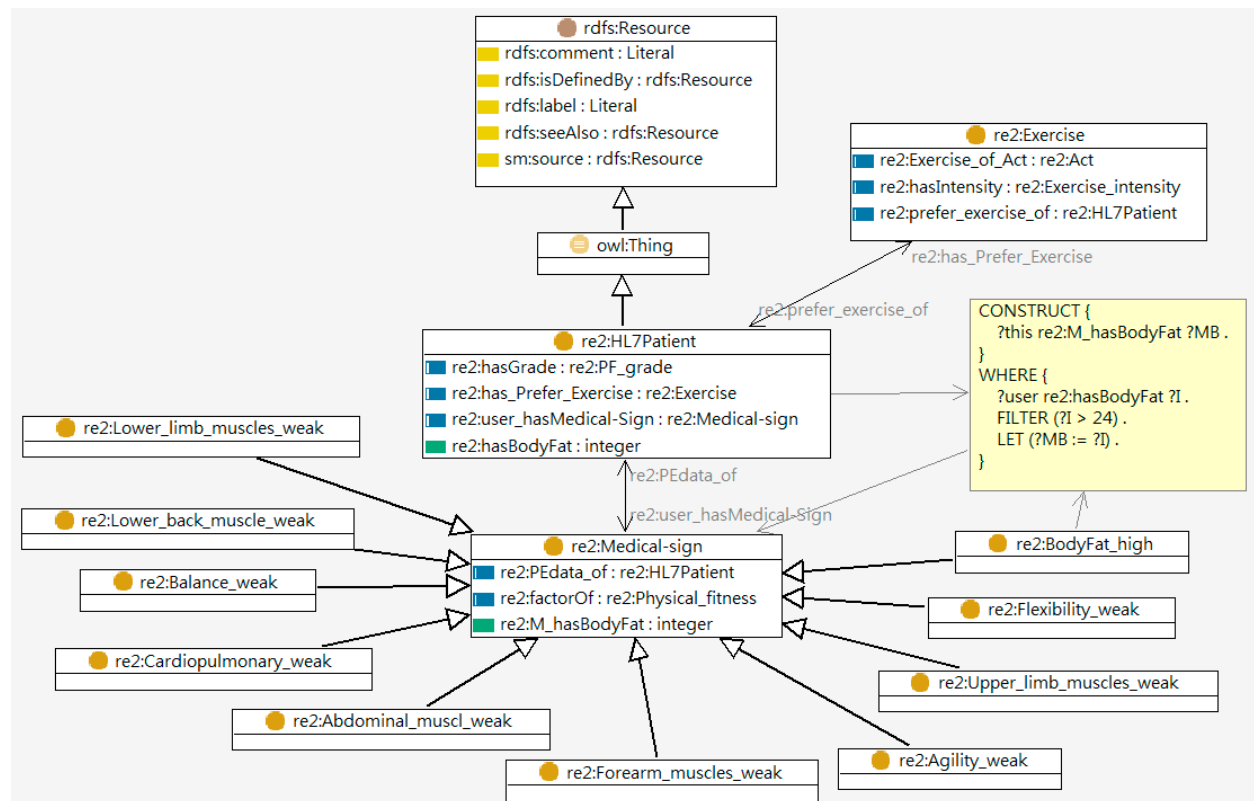
Modelaron una base de conocimiento y planearon un proceso de generación del dominio experto en UFIT, la UOKE (Ontological Knowledge Engine). UOKE es importante para la arquitectura UFIT y forma la base de conocimiento y el modelo de inferencia.

Dicha base de conocimiento contiene conocimiento sobre el ejercicio representado mediante ontologías, generado por expertos del dominio, junto con información del usuario y los datos referentes a las pruebas que se le realizaron en los test.

SPARQL Inferencing Notation (SPIN) y consultas SPARQL son las que permiten manipular la base de conocimiento mediante el módulo de inferencia para realizar el plan de ejercicios.

2.2 INGENIERÍA ONTOLÓGICA

No existe un camino único y correcto para modelar un dominio usando ontología, generar una ontología es un proceso totalmente iterativo. Se usaron varias metodologías para generar la ontología: OTK (On-To-Knowledge), METHONTOLOGY, United Process for Ontologies (UPON) y Ontology Development 101.



Estas metodologías son muy diferentes pero tienen características comunes. Para la propuesta de UFIT siguieron la Ontology Development 101, que consistía en los siguientes procesos iterativos: determinar el dominio y el objetivo de la ontología, reutilizar ontologías existentes, enumerar términos importantes, definir clases y jerarquía de clases, definir las propiedades y crear las instancias. A través de estos procesos iterativos, se podían evaluar si los axiomas de la ontología eran correctos o no y además añadir nuevos conocimientos. Por ejemplo, la ontología de Ejercicios debía derivar un plan de ejercicios apropiado que detallar tipo, frecuencia, duración e intensidad de los ejercicios recomendados basado en la condición física y el perfil personal del usuario.

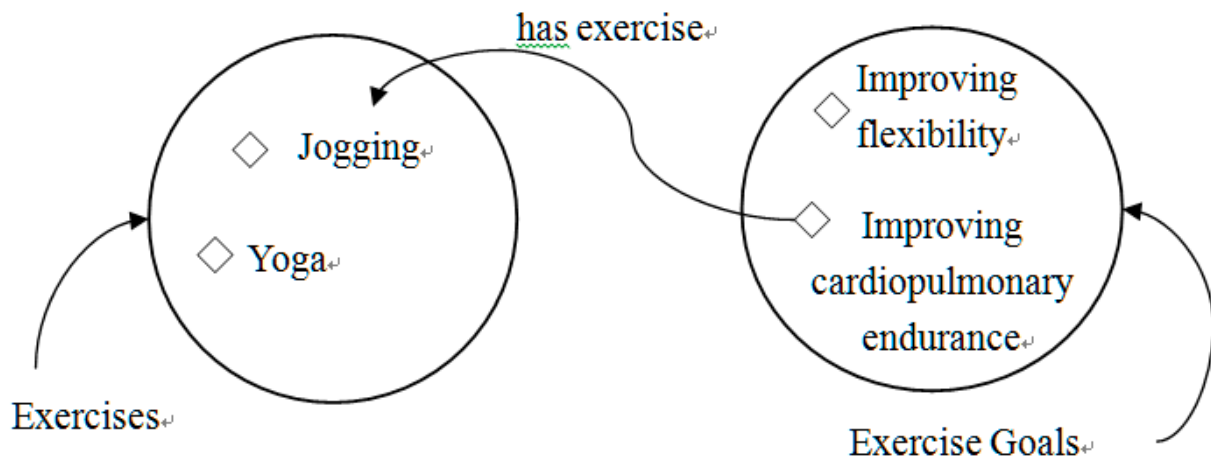
La base de conocimiento UFIT está constituida por el ejercicio, el perfil de usuario y las ontologías de salud, que definen básicamente términos y relaciones que comprenden el vocabulario de la información de ejercicio así como las restricciones de los términos y relaciones combinados para definir extensiones al vocabulario que ya existía (figura 4). Se usó la ontología "HL7-sample-plus-owl" para construir las ontologías de este sistema.

La ontología de los ejercicios se desarrolló de la siguiente manera:

=> Esta ontología contiene la información relacionada del ejercicio, recopilada por parte de profesionales, compuesta por:

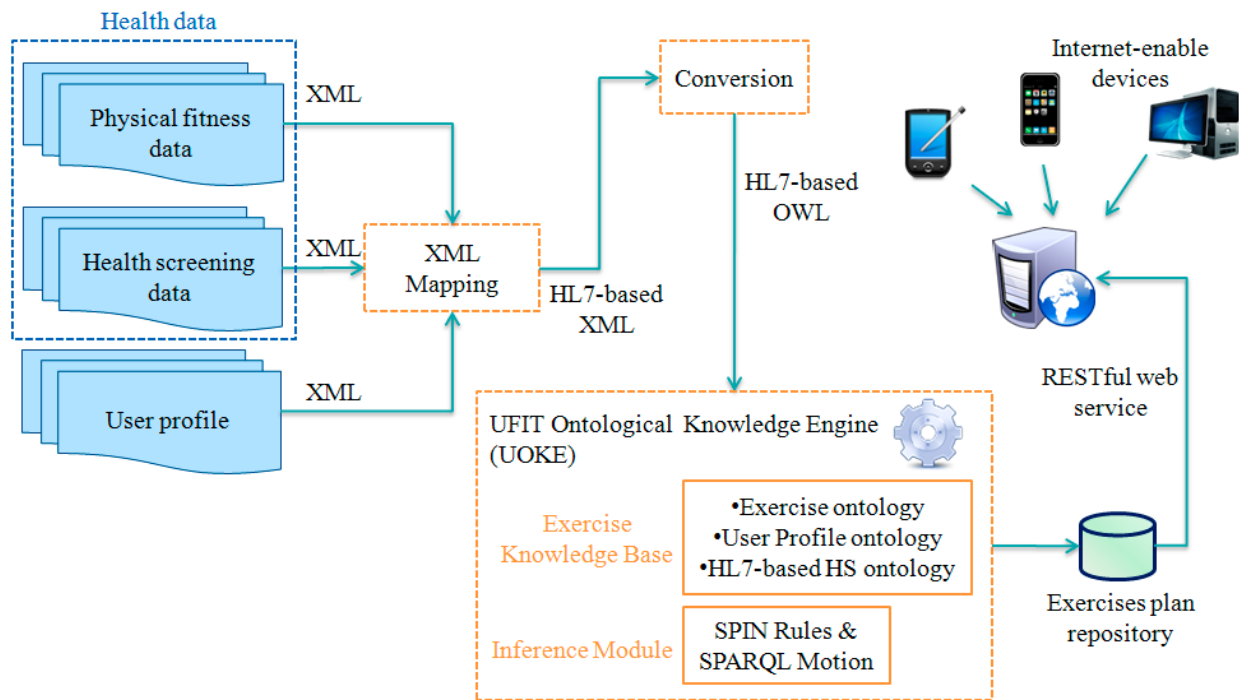
- Objetivo del ejercicio (mejora cardiovascular, flexibilidad...)
- Tipo de ejercicio (running, natación...)
- Tiempo de ejercicio (10 - 15 minutos, 2 sesiones, repetir diez veces...)
- Intensidad del ejercicio (baja, moderada, alta)
- Frecuencia del ejercicio (2~3 veces/semana, 3~4 veces/semana..)
- Ontología de perfil de usuario: contiene la información personal y el test físico.
- Información básica (nombre, sexo, edad, características, preferencias...)
- Estados personales (hábitos de ejercicio, discapacidades, deficiencias...)
- Ontología de los análisis de salud: contiene los exámenes de salud realizados
- Datos de los análisis de salud (psicológicos, triglicéridos, colesterol...)
- Test fitness físico (grado 1, 2, 3, 4 o 5)

Las clases, propiedades e instancias son definidas en las ontologías. Por ejemplo, la instancia de "Mejorar la resistencia cardiovascular" está en la clase "Objetivo de los ejercicios" que está asociada con la instancia "Running" en la clase de "Ejercicio" a través de la propiedad "tiene ejercicio"



2.3 UFIT ARQUITECTURA LÓGICA

UFIT está preparado para inferir un plan de ejercicios adecuado que define los ejercicios necesarios para el usuario según su perfil, sus resultados en el test fitness y su estado de salud. El proceso para generar el plan de ejercicios está bien explicado en esta imagen, comenzando inicialmente por el proceso de recopilación de datos:



(1) Recuperación de datos: se reciben el perfil de usuario, los análisis de salud y el test físico fitness del centro de monitoreo de salud o la institución médica que sea.

(2) Conversión de ontología: Se utiliza el TopBraid Composer (TBC) para convertir el perfil HL7, el test fitness y los análisis clínicos en ontologías OWL que serán usadas posteriormente para crear el plan de ejercicios.

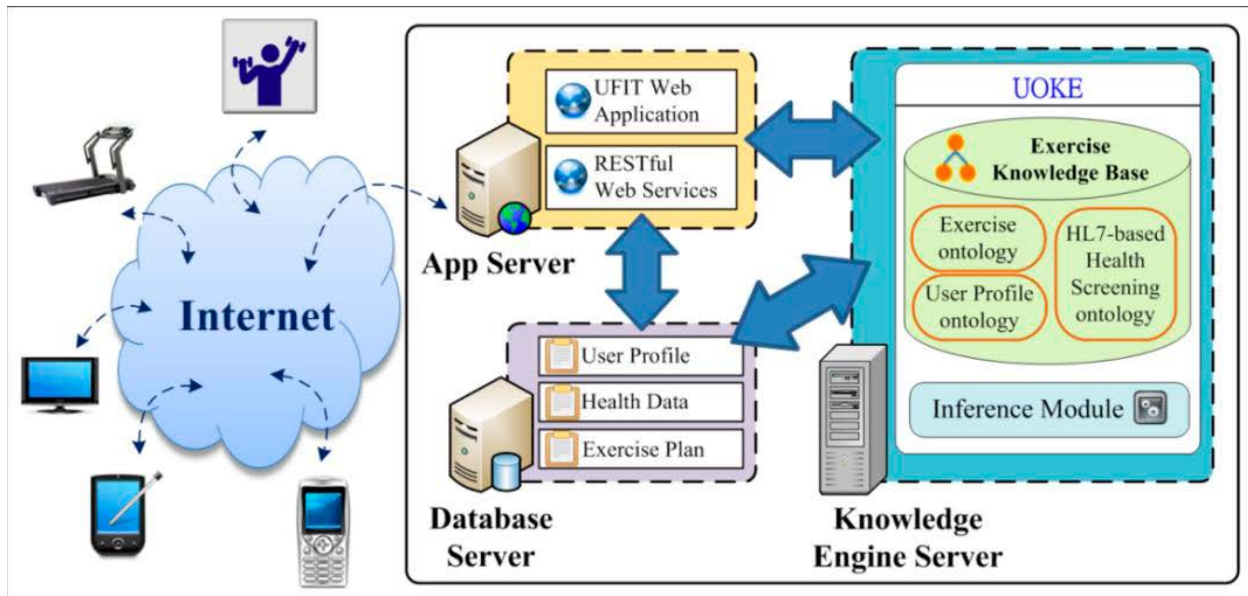
(3) UFIT Ontological Knowledge Engine (UOKE): es el componente principal de la arquitectura UFIT. UOKE utiliza la base de conocimiento de ejercicios formada por el perfil de usuario, ejercicios y las ontologías de HL7 con las restricciones y las reglas SPIN que infieren ejercicios personalizados mediante consultas SPARQL.

(4) Repositorio de plan de ejercicios: Almacén de ejercicios personalizados generados desde UOKE

(5) RESTful Web Service: El plan de ejercicios generado es mostrado mediante servicios REST y puede ser consultado desde distintas ubicaciones distintas (móviles, PC, Tablets....) conectadas a internet.

2.4 UFIT ARQUITECTURA FÍSICA

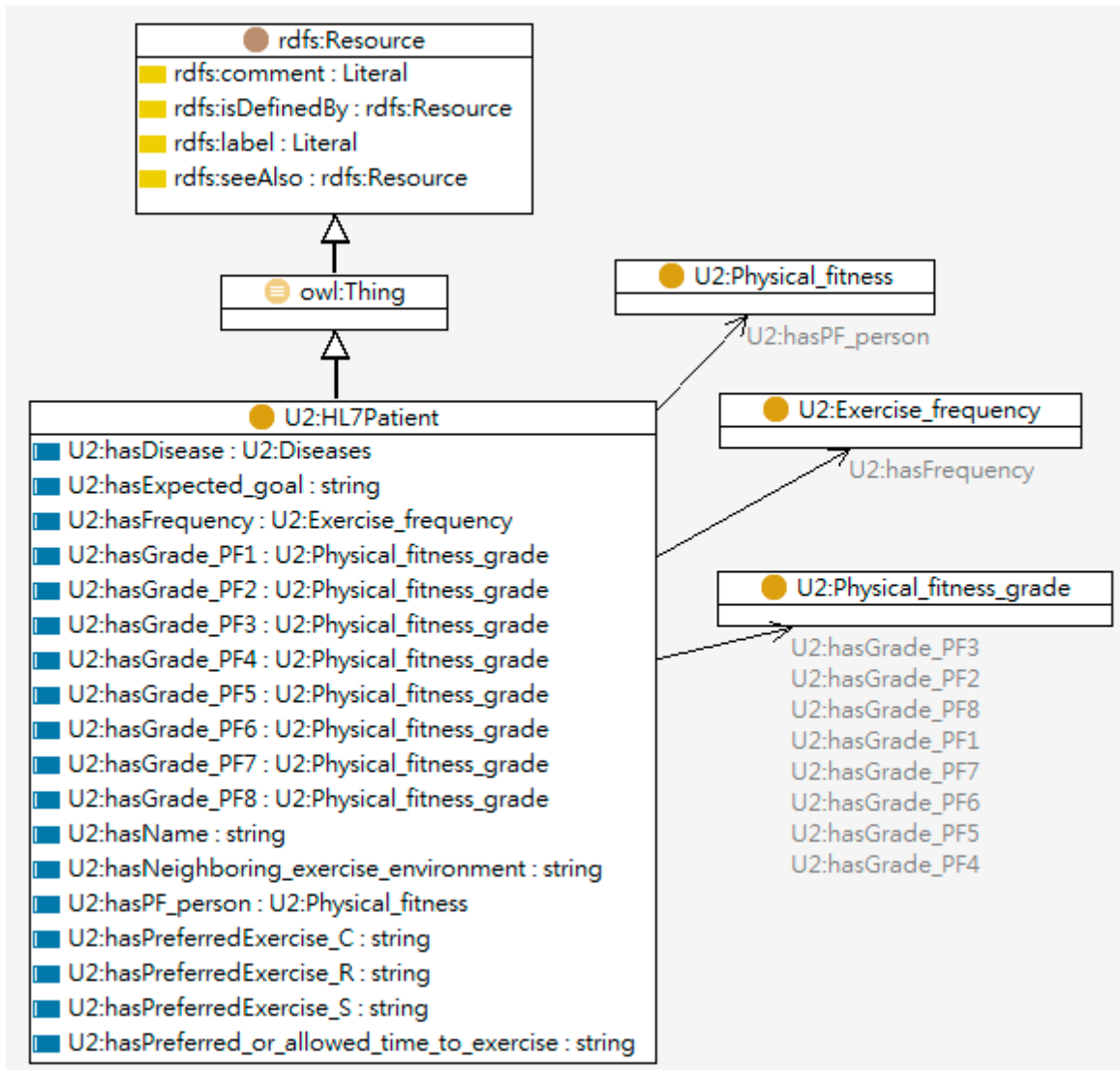
La arquitectura física es la que podemos ver en esta imagen



Está compuesta por tres componentes principales: (1) Servidor motor de la base de conocimiento, (2) Servidor de aplicaciones (App. Server); y (3) Servidor de base de datos.

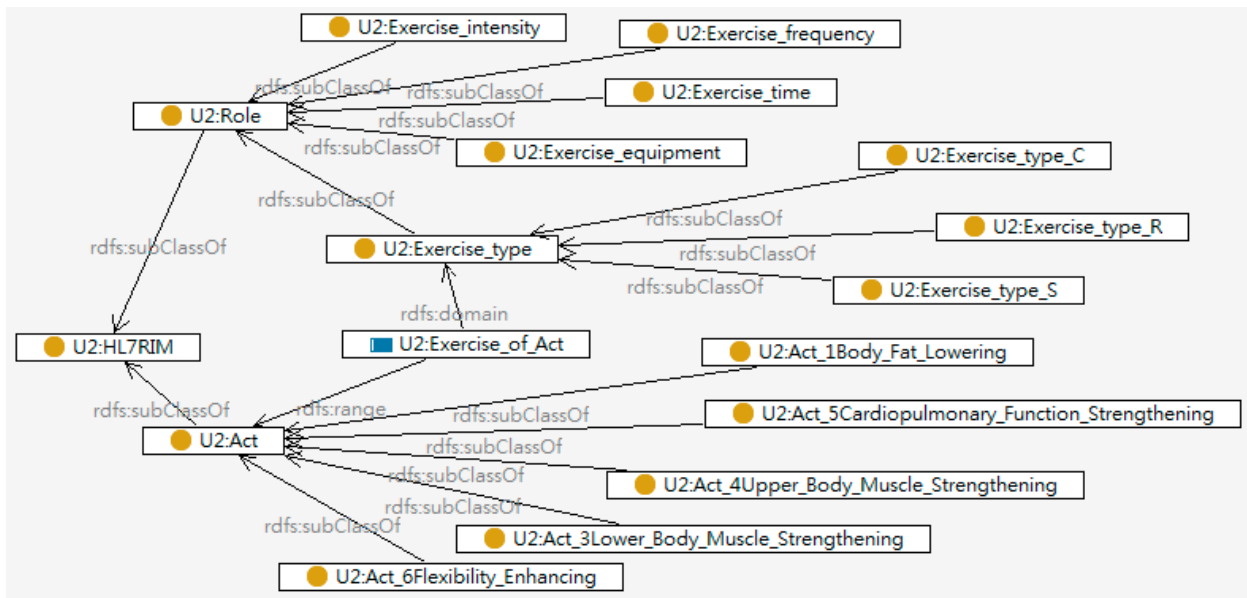
2.4.1 Servidor motor de base de conocimiento

UOKE se despliega en el servidor motor de la base de conocimiento, compuesto por la base de conocimiento del ejercicio y el módulo de inferencia. La base de conocimiento del ejercicio está formada por 3 ontologías: ontología del ejercicio, perfil de usuario y HL7 based health screen ontology.



La base de conocimiento base sirve a una base de conocimiento fuente que se necesita para inferir planes de ejercicio incluyendo base de conocimiento realizada por profesionales y por el estado de salud del usuario. La ontología del perfil de usuario incluye información básica (nombre, sexo, edad...) y estados personales (hábitos actuales, discapacidades, etc...) sobre cada persona.

Los datos que describen las condiciones personales incluyen datos monitorizados de salud, resultados de test físicos fitness y las condiciones de fitness que son modeladas por la ontología HL7-Based mostrada en la figura 6. Los datos de la salud principalmente almacenan las características de la composición corporal, incluyendo grasa, triglicéridos, colesterol y lipoproteínas mientras los test físicos fitness cubren los grados de los resultados físicos. La ontología de Ejercicios modela las características de los ejercicios incluyendo el tipo de ejercicios, intensidad, equipamiento que se necesita, etc. Todos los ejercicios se clasifican en tres tipos de acuerdo con sus objetivos: Mejora cardiovascular, entrenamiento de resistencia y entrenamiento de fuerza. Los ejercicios se asocian con objetivos como mejoras a partir baja fuerza muscular, mejorar función cardiovascular, etc.



El modelo de inferencia está formado por dos componentes: (1) Reglas SPIN (2) SPARQL Motion. La base de conocimiento adquirida del dominio por profesionales está codificada en reglas SPIN. SPARQLMotion proporciona una plataforma para dibujar inferencias en la base de conocimiento SPIN. El proceso para generar los ejercicios pasa por 4 etapas:

1. Determinar los objetivos del usuario en base al estado físico del paciente y a sus datos de los test fitness.
2. Recuperar los ejercicios disponibles para los objetivos del usuario
3. Filtrar los ejercicios que no son apropiados en base al perfil del usuario
4. Generar el plan de ejercicios final.

Por ejemplo, suponiendo que una persona tiene un % grasa de 30, se ejecuta una consulta SPARQL, una regla SPIN (SPIN rule 1) que sugiere que esa persona tiene un % grasa mayor de 24 mientras la segunda regla SPIN infiere que esa persona tiene una condición ("high-body-fat, porcentaje grasa elevado). La

tercera regla (SPIN rule 3) crea un objetivo ("reduce-body-fat", reducir % grasa). Tras tener un objetivo claro, se debe generar un plan de ejercicios acorde con las condiciones físicas de la persona. Con la regla 4, se genera los ejercicios propuestos, inicialmente "ejercicio aeróbico" y se filtran los ejercicios acuáticos porque al usuario no le gustan, así que se elimina la natación.

Table 5. A simple illustration for the inference module.

SPARQL query	SELECT ?user ?Goal WHERE { ?User hasBodyFat ?I. }
SPIN rule 1	CONSTRUCT { ?user hasHighBodyFat ?I. } WHERE { ?this hasBodyFat ?I. FILTER (?I > 24). }
SPIN rule 2	CONSTRUCT { ?I value_of_MedicalSign ?M. } WHERE { ?user hasHighBodyFat ?I. }
SPIN rule 3	CONSTRUCT { ?user hasGoal ?G. } WHERE { ?G hasMedicalSign ?M. ?I value_of_MedicalSign ?M. ?user hasHighBodyFat ?I. }
SPIN rule 4	CONSTRUCT { ?user hasPreferredExercise ?E. } WHERE { ?user hasGoal ?G. ?G rdfs:label "reduce-body-fat". ?E hasTypeAerobics "Aerobic". FILTER (?user hasAbilitySwimming "false". ?E hasTypeWatersports "false"). }

2.4.2 Servidor de aplicación en UFIT

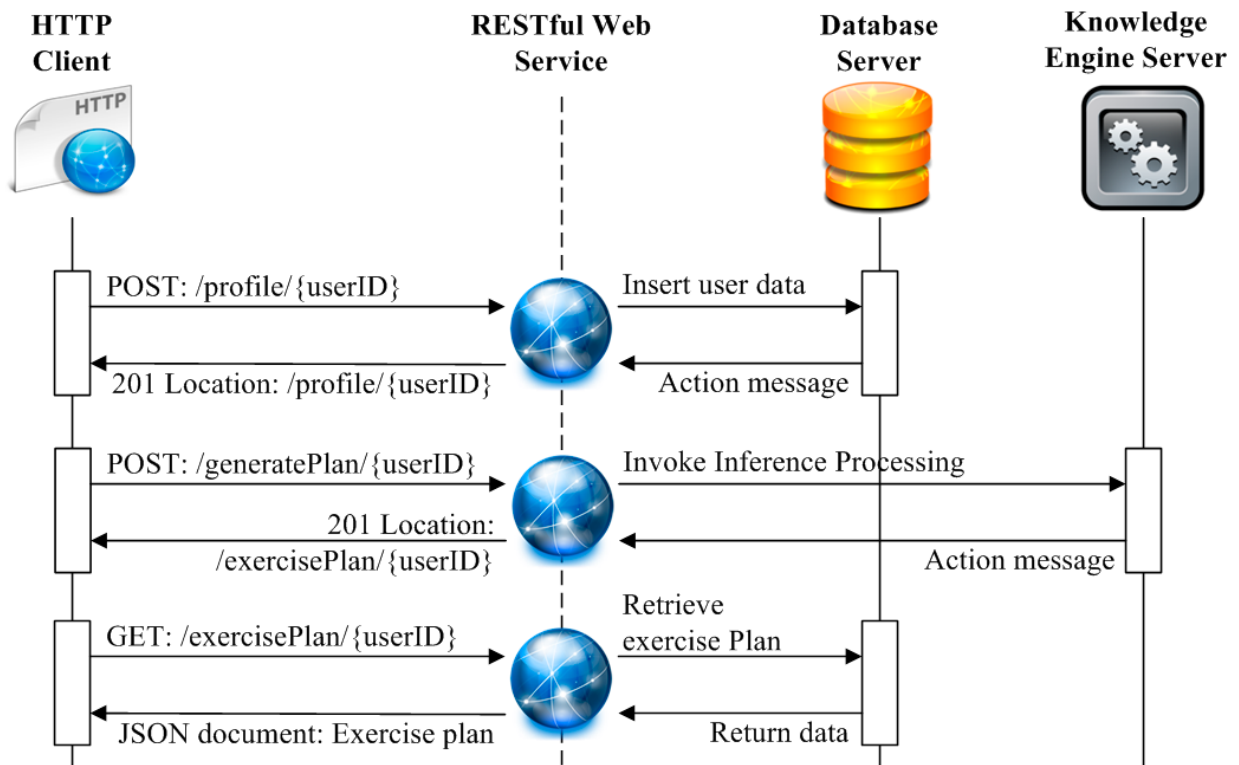
El servidor de aplicación es un framework que proporciona un entorno para que funcionen las aplicaciones y servicios de UFIT. El servidor UFIT Web Application permite a los usuarios mantener una serie de datos almacenados en una base de datos mientras los servicios REST permiten a los usuarios acceder a ellos desde distintos dispositivos.

- UFIT Aplicación Web proporciona una interfaz gráfica (GUI) mediante la cual los usuarios pueden ver sus datos fitness, perfil de usuario y análisis clínicos.

- Los servicios REST en UFIT proporcionan una capa de abstracción que permite conectar distintos servicios e información con la base de datos y el motor de la base de conocimiento. Los servicios REST pueden ser consultados mediante consultas HTTP, POST, GET, PUT y DELETE y producen formatos como XML o JSON. Se puede acceder a estos desde dispositivos conectados a internet.

2.4.3 Servidor de base de datos en UFIT

Este servidor de base de datos es un repositorio para los perfiles de usuario, datos clínicos de salud y plan de ejercicios. Un perfil de usuario incluye información general como edad, habilidades, intereses, etc. Los datos de salud que se almacenan incluyen los test físicos y los análisis de salud. Mientras que los planes de ejercicio guardan los planes personalizados de los usuarios, incluyendo objetivo, tipo, duración, intensidad y frecuencia.



3 IMPLEMENTACIÓN Y ESCENARIOS DE USO

3.1 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE Y LOS PROGRAMAS

UFIT funciona bajo Microsoft Windows Server 2003 con TopBraid Composer - Maestro Edition (TBC-ME), Apache Tomcat 7 y Microsoft SQL Server 2008 Express

TBC-ME se utilizó para desarrollar UOKE porque tiene un entorno visual agradable para la edición de ontologías. Además proporciona un marco de trabajo en el que utiliza como motores de inferencia Pellet, Jenna y TopSPIN. Es una gran ventaja que UFIT pueda usar distintos motores de inferencia. Los servicios REST se hicieron en java mediante Jersey RESTful Web Services Framework, incorporado con páginas JSP y con servidor Microsoft SQL conectado mediante JDBC. El marco de trabajo Jersey RESTful es de código abierto y proporciona su propia API para simplificar la implementación de servicios REST. Se utilizan JSP para crear contenido dinámico mientras JDBC proporciona una conexión con el servidor de base de datos UFIT.

3.2 UOKE

UOKE está compuesto por la base de conocimiento de ejercicio y el módulo de inferencia, que se mencionaron anteriormente. La base de conocimiento del ejercicio engloba los modelos de base de conocimiento adquiridos por los expertos y el estado de salud de los usuarios. Esto se codifica en SPIN y sirve para generar planes.

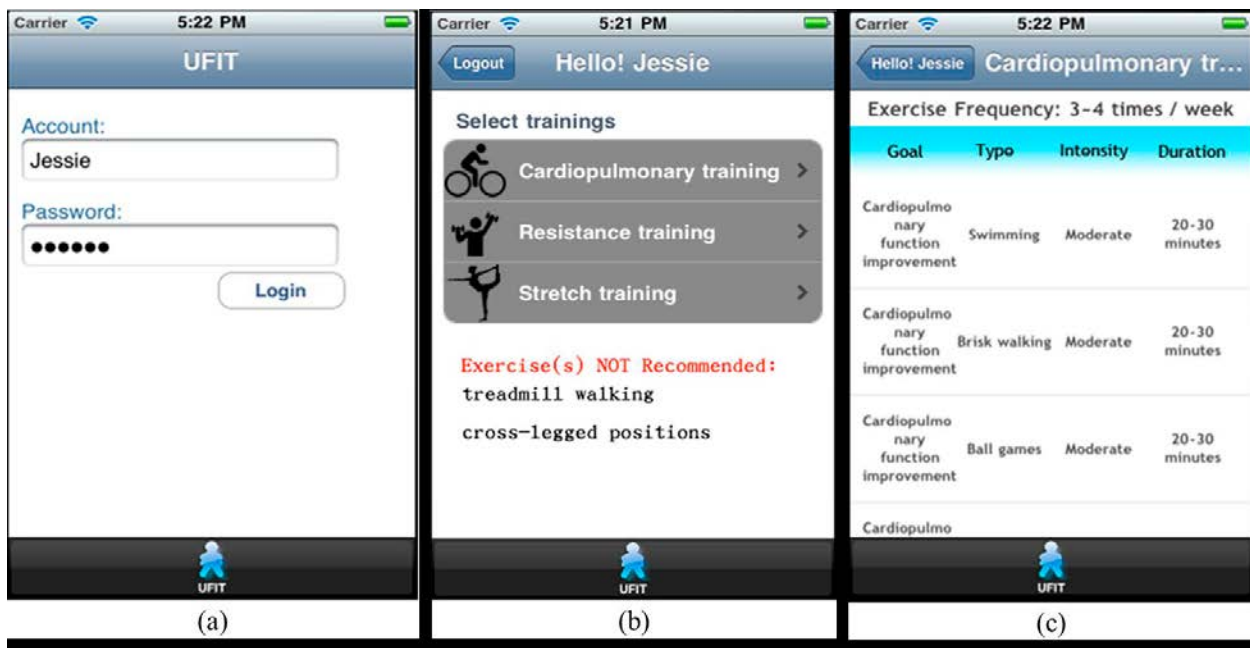
Las consultas SPARQL sirven como un lenguaje estructural de consulta que recupera los resultados de inferencias, los planes de ejercicio, como se muestran en la siguiente figura 11. Un ejemplo de un plan de ejercicios generado usando una consulta SPARQL es el que podemos ver en la figura 12. TBC-ME contiene un razonador basado en TopSPIN que soporta inferencias con reglas SPIN y consultas SPARQL aplicadas al módulo UFIT

```
sml:selectQuery
★ SELECT ?personName ?Goal ?RecommendedExercises ?TrainingType ?Intensity ?Duration
?Frequency ?NonRecommendedExercise
WHERE {
?person rdfs:label ?arg1 .
?person U2:hasAct person ?A .
?A U2:hasExercise act ?Ex .
?Ex U2:hasTime ?T .
?Ex U2:hasIntensity ?In .
?person U2:hasExercise person ?Ex .
?person U2:hasIntensity ?In .
?person U2:hasTime ?T .
?person U2:hasFrequency ?F .
?person U2:hasNonExercise ?NonEx .
?NonEx rdfs:label ?NonRecommendedExercise .
?Ex a ?C2 .
?C2 rdfs:subClassOf ?C .
?C rdfs:label ?TrainingType .
?person rdfs:label ?personName .
?A rdfs:label ?Goal .
?Ex rdfs:label ?RecommendedExercises .
?In rdfs:label ?Intensity .
?T rdfs:label ?Duration .
?F rdfs:label ?Frequency .
}
```

[person...	Goal	RecommendedExercises	TrainingType	Intensity
S Jessie	S Cardiopulmonary function im...	S Brisk walking	S Exercise_type_C	S Moderate
S Jessie	S Cardiopulmonary function im...	S Swimming	S Exercise_type_C	S Moderate
S Jessie	S Cardiopulmonary function im...	S Ball games	S Exercise_type_C	S Moderate
S Jessie	S Cardiopulmonary function im...	S Bicycle	S Exercise_type_C	S Moderate
S Jessie	S Flexibility improvement	S Yoga	S Exercise_type_S	S High (3~4 rounds, repe...
S Jessie	S Flexibility improvement	S Pilates	S Exercise_type_S	S High (3~4 rounds, repe...
S Jessie	S Upper limb improvement	S Low bridge	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...
S Jessie	S Upper limb improvement	S Core muscle training	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...
S Jessie	S Upper limb improvement	S Hand training	S Exercise_type_R	S Moderate (3 rounds, r...
S Jessie	S Upper limb improvement	S Hyperextension	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...
S Jessie	S Upper limb improvement	S Low back training	S Exercise_type_R	S Moderate (3 rounds, r...
S Jessie	S Lower limb improvement	S Wall squat	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...
S Jessie	S Lower limb improvement	S Squat	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...
S Jessie	S Lower limb improvement	S Low limb training	S Exercise_type_R	S High (3 rounds, repeat ...

3.3 USO Y DEMOSTRACIÓN

Ejemplo con imágenes de cómo funciona el tema



3.4 EVALUACIÓN DE USABILIDAD – ESTUDIO DE CASO

La usabilidad es un factor crítico importantísimo sobre todo para que gente que normalmente no usa tecnología nueva sepa usar esto.

Se probó en el "Taipei's MJ Health Screening Center" y se comparó con planes prescritos por profesionales.

La tabla 7 presenta una evaluación fitness de un voluntario. Basado en la evaluación y la información del paciente en el sitio, se prescribió un programa de ejercicios que se muestra en la tabla 8.

Table 7. Physical fitness evaluation.

	Test Items	Results		
		Scores	Grades (1~5)	Unit
1	3 min up and down stairs	54.2	3	Index
2	Sit and reach	44	5	cm
3	1 min curl ups	28	4	times/min
4	Vertical jump 2 times	45	4	cm
5	Dominant grip strength test	23.5	1	kg
6	Back and leg strength test with back dynamometer	56.5	1	kg
7	Stork Balance Stand Test	10	1	second
8	20 s shuttle run	35	4	times/20 s

Table 8. Manually-generated personalized exercise plan (Plan A).

Summary			
Date: 2013/01/23 Time: 2:30 p.m. Frequency: 3~4 times/ week			
Goal: Exercise regularly			
Cardiopulmonary training			
No	Type of exercise	Intensity of exercise	Time/duration of exercise
1	Jogging	20 minutes up	Moderate
2	Spinning	20 minutes up	Moderate
3	Brisk walking	20 minutes up	Moderate
Resistance training			
No	Type of exercise	Intensity of exercise	Time/duration of exercise
1	Core muscle training	—	—
Stretch training			
No	Type of exercise	Intensity of exercise	Time/duration of exercise
1	Pilatise	—	—
2	Larger muscle groups	—	—

Para comparar, se usaron como datos de entrada para UFIT los mismos, historia clínica, perfil, etc) y en la tabla 9 se ven los ejercicios generados por UFIT.

En las categorías de entrenamiento de resistencia y de estiramiento, los ejercicios recomendados por los dos planes son esencialmente idénticas. En cuanto al entrenamiento cardiopulmonar, el plan generado manualmente sugiere correr, girar y caminar a paso ligero , mientras UFIT recomienda nadar , andar en bicicleta y caminar a paso ligero . La consulta con el profesional en el lugar en relación con esta diferencia reveló que, además de a la condición física y la salud del paciente , se consideró también condiciones de vida de los participantes , lo cual es propicio para hacer footing y spinning. El consultor de salud de acuerdo en que la natación y el ciclismo en realidad sería menos peligroso para un paciente con una evaluación de grado 3 cardiopulmonar, pero el hecho de que el paciente había estado jugando al baloncesto semanal indicó que él debe ser capaz de realizar los ejercicios prescritos y sin problemas.

Table 9. Personalized exercise plan generated by UFIT (Plan B).

Exercise plan			
Date: 2013/08/17 Time: 2:30 pm Frequency: 3~4 times/ week			
Goal: Exercise regularly			
Cardiopulmonary training			
No	Goal of exercise	Type of exercise	Intensity of exercise
1	Cardiopulmonary function improvement	Swimming	Moderate
2	Cardiopulmonary function improvement	Brisk walking	Moderate
2	Cardiopulmonary function improvement	Bicycle	Moderate
Resistance training			
No	Goal of exercise	Type of exercise	Intensity of exercise
1	Upper limb improvement	Core muscle training	High (15~20 times)
2	Upper limb improvement	Low bridge	High (15~20 times)
3	Upper limb improvement	Hand training	Moderate (12~15 times)
4	Upper limb improvement	Hyperextension	High (15~20 times)
5	Upper limb improvement	Low back training	Moderate (12~15 times)
6	Lower limb improvement	Wall squat	High (15~20 times)
7	Lower limb improvement	Squat	High (15~20 times)
8	Lower limb improvement	Low limb training	High (15~20 times)
Stretch training			
No	Goal of exercise	Type of exercise	Intensity of exercise
1	Flexibility improvement	Pilatisi	High (3~4 rounds, repeat fifteen minutes per round)
2	Flexibility improvement	Yoga	High (3~4 rounds, repeat fifteen minutes per round)

UFIT cumple estrictamente con las prácticas profesionales como se define en la base de conocimientos, y por lo tanto fue encontrado para generar planes con mayor consistencia y menos flexibilidad que los generados manualmente por el personal del centro de salud de detección. Los planes generados

manualmente proporcionadas planes más contextualmente consciente que también pueden exponer a sus clientes para injury.