

PACS (Picture Archiving and Communications System) Analizi

Pınar YILDIRIM, Umut ARIÖZ

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara

Abstract

Analysis of Picture Archiving and Communications System

Some information systems are used for managing clinical and administrative data in the modern hospitals and healthcare centers today. PACS (Picture Archiving and Communications System) store, distribute and display if needed to support diagnostic analysis. PACS were developed in the 90s. A PACS consist of many components such as image acquisition devices, computer networks, image display workstations and database management systems. Thanks to innovations in information technology, new generation PACS, also known as Enterprise PACS were developed. This new generations PACS included the integration of different information systems like HIS and RIS. These systems use client/server architecture and the industrial standards such as DICOM and HL7. This integration provides more efficient and lower cost diagnosis and healthcare services in Radiology Departments. In this study, PACS requirements are investigated and then performed the system analysis. As information systems analysis is a level of software engineering, at this level present system is observed and requirements are determined. A logical model was developed for proposal system according to requirements. When logical model was developed, process modeling methods were used. A process modeling methods are used to describe the process of information systems which will be developed and relationships among processes. Data flow diagram is a method of most widely used methods. In this model which will be developed by using data flow diagrams, firstly system is considered as a whole and external relationships are investigated. Afterwards, it is modeled at detailed level in system. While developing process modeling was doing, data flow diagrams were used.

Key Words:

PACS, DICOM, CASE, Data Flow Diagram

Özet

Günümüzde modern hastanelerde veya sağlık kuruluşlarında idari işlerle ve klinik çalışmalarla ilgili verileri yönetebilmek için birçok bilgi sistemi kullanılmaktadır. PACS (Picture Archiving and Communications System) tıbbi görüntüleri saklar, isteğe bağlı olarak dağıtır ve tam için görüntülenmesini sağlarlar. PACS 90'lı yıllarda geliştirilmiş sistemlerdir. PACS görüntü üreten cihazlar, bilgisayarlar, iletişim ağı, görüntü izleme istasyonları ve veritabanı yönetim sistemleri gibi birçok bileşenden oluşur. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler yeni nesil PACS'ların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Enterprise PACS olarak da bilinen yeni sistemler, Hastane Bilgi Sistemi (HBS) ve Radyoloji Bilgi Sistemi (RBS) gibi farklı bilgi sistemlerine entegrasyonu içerirler. Bu sistemler Client/server mimarisinde çalışırlar. DICOM ve HL7 gibi endüstri standartları sayesinde PACS hastane bilgi ile entegre çalışabilmektedir. Bu entegrasyon radyoloji birimlerinde ve hastanelerde daha etkili ve düşük maliyetli tıbbi tanı ve sağlık hizmetlerine olanak sağlamıştır. Bu çalışmada PACS gereksinimleri incelenmiş ve sistem analizi yapılmıştır. Bilgi Sistemi analizi çalışması yazılım mühendisliğinin bir aşaması olduğu için bu aşamada mevcut sistem incelenmiş ve gereksinimler belirlenmiştir. Gereksinimler doğrultusunda önerilen sistem için mantıksal bir modelleme yapılmıştır. Mantıksal model oluşturulurken yazılım mühendisliğinde kullanılan süreç/işlem modelleme yöntemleri kullanılmıştır. Süreç/İşlem modelleme yöntemleri geliştirilecek sistemin süreç yada işlemlerini ve bu süreçler arasındaki ilişkileri tanımlamak amacıyla

kullanılan yöntemlerdir. En yaygın olarak kullanılan süreç modelleme yöntemlerinden birisi Veri Akış Diagramlarıdır(VAD). VAD diagramları kullanılarak geliştirilecek sistemin mantıksal modelinde sistem önce genel biçimiyle ele alınır, yalnızca dışsal ilişkileri incelenir. Daha sonra, sistemin iç yapısındaki ayrıntı düzeyine kadar modellenir. PACS analizinde süreç/işlem modelleme yapılırken VAD diagramları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler:

PACS, DICOM, CASE, Data Flow Diagram

1. Giriş

Günümüzde hastanelerde ve sağlık kuruluşlarında daha kaliteli, etkili ve düşük maliyetli hizmet sunabilmek için bilgi teknolojileri kullanılmaktadır.

Hastalara ait radyolojik tetkik isteklerinin yerine getirilmesi, hasta bilgi ve görüntülerinin saklanması ve tanı raporlarının oluşturulup saklanması için radyoloji bilgi sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler hastane bilgi sistemlerinden bağımsız çalışabilir veya entegre olabilir. PACS (Picture Archiving and Communications Systems) ise tıbbi görüntülerin görüntü kalitesinden kayıp olmaksızın orijinal olarak saklanması ve gerektiğinde bu görüntülere hızlı, eksiksiz ve güvenli olarak ulaşılmasını sağlayan sistemlerdir. PACS'ın getirdiği olanaklarla, görüntülerin film olarak taşınması engellenir ve görüntülerin maliyetleri ortadan kaldırılmış olur.

Son yıllarda bilgi teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde PACS hastanelerdeki günlük iş akışına entegre olmuştur. Bu entegrasyon DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) ve HL7 (Health Level 7) standardı kullanılarak sağlanmaktadır.

DICOM standardı farklı tıbbi görüntüleme cihazlarından elde edilen görüntülerin ortak bir yapıda iletilmesini ve saklanmasını sağlayan protokoldür. ACR (The American College of Radiology) ve NEMA (The National Electrical Manufacturers Association) tarafından ortak geliştirilmiş bir standarttır ve CEN TC251 (Comité Européen de Normalisation Technical Committee 251), IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers), HL7 ve ANSI (American National Standards Institute) ile birçok konuda ortak çalışmalar yapılmaktadır[1].

Hastanelerde geleneksel film temelli radyoloji sistemlerinden PACS'a geçiş, tıbbi görüntülere erişimi kolaylaştırmış ve elektronik hasta kayıtları için bir bütünlük oluşturmuştur.

2. Gereç ve Yöntem

Bilgi Sistemleri ile ilgili olarak tüm gereksinimlerin araştırılması, tanımlanması ve sistemin modellenmesi yazılım mühendisliğinde kullanılan sistem analiz çalışması olarak adlandırılırlar. Bu aşamada oluşturulan mantıksal model, geliştirilecek sistemin veri yapısını ve süreç yapısını hem genel hem de ayrıntılı olarak tanımlar. Bu mantıksal model daha sonra program modülleri veya veritabanı tabloları gibi fiziksel modele dönüştürülebilir[2]. Bu çalışmada PACS ile ilgili fiziksel gereksinimler belirlenmiş ve daha sonra da sistemin mantıksal modeli oluşturulmuştur. Bu model tasarlanırken bilgisayar destekli yazılım mühendisliği (CASE) yazılım araçları kullanılmıştır.

3. PACS Sistem Analizi

Radyoloji birimlerinin PACS sistem analizi yapılırken şunlar tanımlanmalıdır:

- Radyoloji Bölümünün mevcut yapısı ve iş yükü
- Donanımsal gereksinimler
- PACS cihazlarının özellikleri
- Radyologların, teknisyenlerin, sekreterlerin ve diğer personelin PACS uygulamaları içindeki fonksiyon tanımlarının yapılması

Radyoloji bölümünün yapısı incelenirken öncelikle hangi görevde kaç adet personel olduğu ve daha sonra tıbbi görüntüleme cihazlarının türü ve sayısı belirlenir. Bu cihazlarda bir günde yapılan tetkik sayısı hesaplanır. Bu rakam 30 veya 365 ile çarpılarak aylık veya yıllık tetkik sayısı bulunabilir.

Örneğin, bir radyoloji bölümünde 1 adet MRI (Magnetic Resonance Imaging), 1 adet CT (Computed Tomography) ve 1 adet Ultrason cihazı olduğunu varsayarak bu cihazlarda 1 günde gerçekleştirilen tetkiklere ait bilgiler Tablo-1 'de gösterilmektedir.

Tablo-1. Günlük Tetkikler

Görüntüleme Cihazları	Günlük Ortalama Tetkik Sayısı	Ortalama Görüntü Sayısı/Tetkik	Ortalama Görüntü Matrisi	Bit Sayısı
CT	70	50	512x512	12
Ultrasound	80	5	512x512	8
MRI	15	100	512x512	12
Toplam	165/gün			

4. PACS Sisteminin Bileşenleri

Görüntüleme Cihazları (Acquisition Devices)

CT (Bilgisayarlı Tomografi), MRI (Manyetik Rezonans Görüntüleme) gibi cihazlar dijital görüntü oluştururlar ve bu görüntüler DICOM standardında oldukları için PACS'a kolaylıkla entegre edilirler. Analog Görüntü oluşturan cihazlar için "Frame Grabbing" tekniği kullanılarak analog-dijital dönüşüm işlemi uygulanır ve elde edilen dijital görüntüler DICOM formatında PACS'da depolanabilirler.

Görüntü Arşivi (Image Archiving)

Radyolojik görüntülerin sayısal biçimde saklanması, büyük bir depolama kapasitesi gerektirir. Tablo-1' de görüldüğü gibi bir görüntüleme cihazında yapılan günlük tetkik sayısı, ortalama tetkik başına görüntü sayısı, görüntülerin ortalama matris boyutları ve bit sayısı PACS için planlanacak arşiv sisteminin kapasitesi hesaplanırken kullanılır. Örneğin bir CT cihazında bir günde yapılan tetkikler için ortalama ne kadar arşiv kapasitesi gereklidir?

Bu değer Tablo-1 deki CT satırındaki aşağıdaki değerler birbirleriyle çarpılarak elde edilebilir.

$$\text{Kapasite} = \text{Günlük Ortalama Tetkik Sayısı} \times \text{Tetkik Başına Ortalama Görüntü Sayısı} \times \text{Ortalama Görüntü Matrisi} \times \text{Bit Sayısı}$$

Bu hesaplama diğer cihazlar için de yapılır ve bu değerler toplanarak günlük ortalama arşiv gereksinimi bulunur. Bulunan değer 365 ile çarpılarak ortalama yıllık kapasite hesaplanabilir.

PACS için short term (kısa süreli) ve long term (uzun süreli) arşiv sistemi olmalıdır. Kısa süreli arşiv sistemi görüntülere daha hızlı erişim sağlamak için gereklidir ve genellikle RAID (redundant array of inexpensive disks) kullanılır. Uzun süreli arşiv sistemi ise optik ve manyetik disklerden oluşur ve hızlı erişim için uygun değildir. Arşiv sistemi mimari olarak merkezi, lokal veya her ikisi birlikte çalışacak şekilde tasarlanabilir.

İş İstasyonları (Workstations)

PACS için görüntü ve işlem kalitesi açısından iki çeşit iş istasyonu kullanılır. Bunlar tanı ve izleme iş istasyonlarıdır. Tanı için kullanılan iş istasyonlarının yüksek çözünürlükte görüntüleme özellikleri olması gerekir. Görüntü izleme için ise genelde kişisel bilgisayarlar kullanılır.

IHE (Integrated the Healthcare Environment), sağlık bakım alanında bilgi paylaşımı ve entegrasyonu geliştirmek için kurulmuş bir organizasyondur [5].

PACS sisteminde olması gereken programlanmış iş akışı ve işlemler şöyledir:

Registration (Hasta Kayıt): Hastanın demografik bilgilerinin HBS'ye kayıt edilmesidir.

Examination Ordering (Radyolojik Tetkik İsteği): Doktorun radyolojik tetkik isteği yapmasıdır.

Order Registration (Tetkik İsteğinin Kayıt edilmesi): Tetkik isteğinin Hastane Bilgi Sistemine girilmesi ve otomatik olarak Radyoloji Bilgi sistemine mesaj gönderilmesidir.

Appointment (Randevu): Radyoloji Bilgi Sisteminde alınan tetkik isteği için randevu verilmesidir.

Modality Worklist Producing (Tıbbi Görüntüleme Cihazlarının İş Listesi): Tıbbi görüntüleme cihazlarına iletilecek tetkik bilgisinin üretilmesi (Procedure Scheduling) ve hastanın tetkik ile ilişkilendirilmiş bilgilerinin cihazdan alınmasıdır.

Image Aquisition (Görüntü Elde Etme): Görüntüleme cihazında tetkik çekimi yapılarak hastaya ait görüntülerin üretilmesidir.

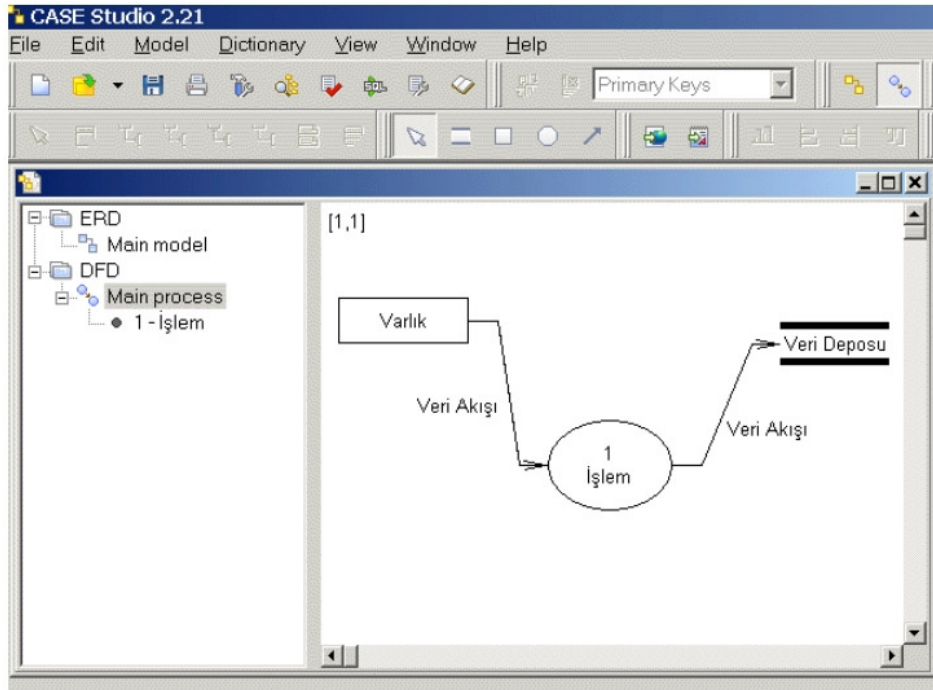
Image Storing (Görüntü Saklama): Görüntüleme Cihazlarında üretilen görüntülerin ve İletişim PACS'da saklanması, depolanmasıdır.

Image Retrieving (Görüntü Çağırma): Radyologların hastane bilgi sistemine bağlı bir iş istasyonunu üzerinden PACS sisteminde saklanan görüntülerin sorgulanması ve çağırılmasıdır.

Report (Rapor): Radyologların görüntüleri inceledikten sonra rapor yazmaları ve bu raporların Hastane Bilgi Sistemine ve Radyoloji Bilgi Sistemine dağıtılmasıdır.

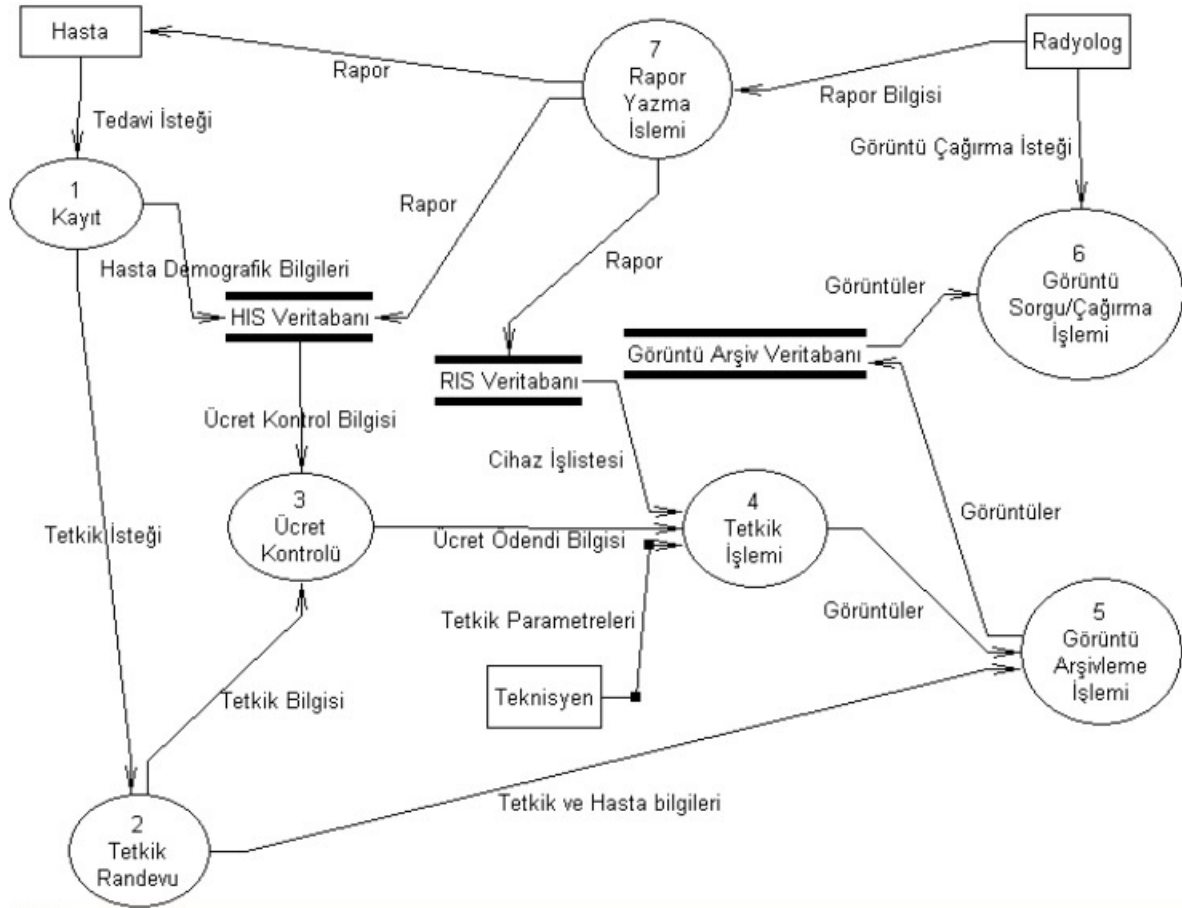
6. Sistemin Mantıksal Modeli

Bu çalışmada PACS mantıksal modeli oluşturulurken bir bilgisayar destekli yazılım mühendisliği programı olan CASE Studio 2.21 yazılımının model araçları kullanılmıştır. Yazılımın örnek ekran görüntüsü Şekil-2'de gösterilmektedir. Bu modelde dört adet sembol kullanılmıştır. Bunlar varlık veya veri kaynağı, İşlem, Veri deposu ve Veri Akışıdır.



Şekil -2. Case Tools 2.21 Ekran Örneği

Case yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen sistemin mantıksal modeli Şekil-3'de gösterilmektedir. Burada veri kaynakları hasta, teknisyen ve radyologdur. HBS Veritabanı, RBS Veritabanı ve Görüntü Arşiv Veritabanı ise sistemin veri depolarıdır. Sistemde iş akışına göre işlemler ise şunlardır: Kayıt, Tetkik Randevu, Ücret Kontrolü, Tetkik işlemi, Görüntü Arşivleme İşlemi, Görüntü Sorgu/Çağırma İşlemi ve Rapor Yazma.



Şekil 3. HBS-RBS-PACS Mantıksal Modeli

7. Tartışma

PACS mantıksal modeli oluşturulurken IHE (Integrated the Healthcare Environment) organizasyonun tanımladığı HBS-RBS-PACS işakış diagramı temel alınmıştır. Bu diagramda ücret kontrolü işleminin olmadığı görülmektedir ama oluşturulan mantıksal modelde bu işlem de gösterilmiştir. Sistemdeki bütün işlemler genel olarak modellenmiş ama bunların altmodelleri oluşturulmamıştır.

Bilgi sistemi analizi yapılırken sistemi oluşturan bileşenlerin özellikleri ve kapasiteleri hastanenin mevcut iş yüküne göre değil, gelecekteki büyüme oranına göre planlanmalıdır. Donanım ve yazılım özellikleri teknolojiye uyum sağlamalıdır. Özellikle görüntüleme cihazlarının DICOM standardını hangi ölçüde desteklediklerini anlatan "conformance statement" (uyum durumu) belgeleri detaylı incelenmelidir. Gelecekte DICOM standardındaki gelişmeler sayesinde sadece radyoloji birimlerindeki cihazlar değil hastanelerdeki diğer birimlerdeki cihazlar da PACS'a entegre olabilir hale gelecektir. Bu nedenle hastanelerde bilgi teknolojileri altyapısı ve iş akışları planlanırken standartlardaki gelişmeler de dikkate alınmalıdır.

8. Sonuç

Hastanelerde PACS ve dijital görüntüleme cihazlarının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu sistemler daha kaliteli tıbbi görüntü, teleradyoloji işlemlerine uygunluk, interaktif konsültasyon ve yüksek hızlı görüntü alma/ gönderme sağlarlar [3]. Önümüzdeki yıllarda teknolojiye ve standartlardaki gelişmeler sayesinde CT, MRI gibi cihazların yanısıra ekokardiogram, endoskopi, artroskopi gibi cihazlar da PACS'a entegre olacaktır ve bu cihazlardan elde edilen görüntüler elektronik hasta kayıtları ile birleşerek bir bütünlük oluşturacaktır. Ayrıca bilgisayar destekli tanı ve karar destek sistemleri yaygınlaşarak uygulama ve eğitimlerde kullanılacaktır. Bu çalışmada PACS için fiziksel olarak neler gerektiği ve sistemin süreç/işlemleri tanımlanmış ve bir bilgisayar destekli yazılım mühendisliği programı kullanılarak mantıksal bir model geliştirilmiştir.

9. Kaynakça

[1] http://medical.nema.org/dicom/2004/04_01PU.PDF.

[2] Yazılım Mühendisliği, Ali Arifoğlu, Ali Doğru, 2001.

[3] Reijns Gerard L., A Distributed Picture Archiving and Communications System for Hospitals using Image Pre-Fetching. Proceedings of the 28 th Annual Hawaii International Conference on System Science 1995.

10. Sorumlu Yazar

Pınar YILDIRIM, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji ABD, Sistem Odası Sıhhiye/ANKARA, pinaryil@hacettepe.edu.tr