

COMPITI E SUDDIVISIONE FONDI TRA LE UNITÀ DI RICERCA
prot. 2005020135

Coordinatore Scientifico	Roberto BELLOTTI
Ateneo	Università degli Studi di BARI
Titolo della Ricerca	Studio e sviluppo di sistemi fisico-computazionali per l'analisi distribuita di immagini biomediche
Finanziamento assegnato	Euro 254.000
Durata	24 Mesi

Obiettivo della Ricerca

Il progetto vuole affrontare in modo coordinato un programma di ricerca per lo studio e lo sviluppo di modelli ed algoritmi per l'analisi distribuita di immagini biomediche, utilizzando piattaforme computazionali cooperative basate sull'uso di servizi GRID. Gli strumenti che si intendono sviluppare hanno una duplice finalità:

a) fornire algoritmi in grado di effettuare una rivelazione automatica delle strutture di interesse radiologico, in grado di aiutare il radiologo nell'effettuazione della diagnosi;

b) aumentare, attraverso i servizi GRID, la velocità di calcolo e soprattutto l'accessibilità dei dati e loro condivisione, mediante l'uso di database distribuiti, non ottenibili con stazioni di calcolo convenzionali. L'analisi di immagini biomediche per mezzo di sistemi automatici ha ricevuto, negli anni recenti, un crescente interesse da parte di una vasta comunità scientifica, costituita da medici, ingegneri e fisici. La presente ricerca, partendo da quanto già esistente e già sviluppato dagli stessi proponenti, si propone di sviluppare e ottimizzare sistemi automatici per la diagnosi assistita di patologie al seno, al polmone ed al cervello, basati su paradigmi fisico-computazionali e sull'indagine statistico-epidemiologica.

La scelta di trattare in particolare queste patologie è dettata da molteplici motivi:

1) L'analisi di immagini biomediche prodotte da mammografi (analogici o digitali) e tomografi per CT, NMR, PET e SPECT costituisce, a tutt'oggi, un campo di ricerca applicata estremamente aperto ed interessante, essendo i sistemi di analisi attualmente in uso (commerciali e/o sviluppati in analoghi progetti di ricerca) ancora lontani da un utilizzo clinico diffuso e standardizzato;
2) Il recente avvento di strumenti di indagine molto sofisticati come la CT spirale, soprattutto nella versione multislice, ha reso verosimile la possibilità di effettuare diagnosi precoci anche delle neoplasie polmonari, il cui tasso di mortalità, a differenza di altri tipi di tumore quali ad esempio quello mammario, è rimasto molto elevato ed invariato negli ultimi decenni. Tale possibilità avrebbe enormi conseguenze positive sulla possibilità di trattare con successo anche questo tipo di neoplasia. Le peculiarità delle immagini prodotte con questo tipo di strumentazione suggeriscono l'utilità di un loro preprocessing automatico in grado di evidenziare al radiologo solo le strutture potenzialmente sospette. Nel caso della CT ad alta risoluzione, ad esempio, vengono prodotte, infatti, per ogni scansione circa 300 "fette" in cui il pattern delle normali strutture anatomiche (proiezione 2D di vasi sanguigni e bronchi) è molto simile a quello delle strutture da ricercare (proiezione 2D dei noduli neoplastici)

3) Le peculiarità delle immagini mammografiche prodotte nell'ambito dei sempre più consolidati e diffusi programmi di screening per la diagnosi precoce di patologie al seno, giustificano ed incoraggiano l'utilizzo di sistemi automatici di supporto alla diagnosi: si tratta infatti di una grande quantità di immagini, quasi tutte non patologiche, acquisite con strumentazione diversa, in particolare anche direttamente digitale. La possibilità di avere una rivelazione automatica affidabile delle strutture potenzialmente patologiche consente una maggiore "velocità di lettura" migliorando anche le prestazioni diagnostiche globali.

4) Le immagini prodotte da esami di risonanza magnetica nucleare (NMR) sono di particolare complessità computazionale, essendo prodotta, per ogni singola analisi, una mole di dati pari a diversi MB. E' di notevole interesse diagnostico la combinazione della NMR con PET e SPECT perché permette un'analisi combinata anatomico-funzionale. In questo contesto lo sviluppo di sistemi CAD per l'analisi di immagini biomediche, eseguita su piattaforme computazionali altamente performanti, appare un naturale processo di evoluzione nella ricerca applicata nell'ambito della fisica medica.

La presente ricerca si propone di studiare e sviluppare paradigmi computazionali per il trattamento di grandi quantità di dati, mutuando l'esperienza acquisita nella analisi dei dati prodotti in esperimenti di fisica sperimentale, ove l'utilizzo di tecniche di pattern recognition e pattern classification è generalmente diffuso. Un cruciale obiettivo che il gruppo proponente intende perseguire nell'ambito del presente programma è l'utilizzo di sistemi distribuiti (GRID) per l'analisi dei dati. Le immagini mediche costituiscono infatti un database intrinsecamente distribuito, in quanto raccolte in centri diversi distribuiti sul territorio. L'uso di servizi GRID ne consentirebbe la catalogazione e l'analisi - eventualmente interattiva - da ogni nodo del sistema senza richiedere il trasferimento preventivo via rete dei dati stessi. Gli sviluppi della parte algoritmica e delle piattaforme computazionali cooperative sono tra loro fortemente interconnessi, essendo la velocità di calcolo e la grande disponibilità di dati due condizioni che abilitano allo sviluppo ed alla validazione di modelli ed algoritmi computazionalmente complessi.

I principali temi di interesse del programma di ricerca sono:

SVILUPPO DI MODELLI ED ALGORITMI

-) algoritmi di segmentazione per immagini mammografiche, polmonari e cerebrali*
-) algoritmi di caratterizzazione per immagini mammografiche, polmonari e cerebrali*
-) algoritmi di classificazione per immagini mammografiche, polmonari e cerebrali*

APPLICAZIONI IN CAMPO MEDICO

-) analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di screening mammografico*
 -) analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale -)*
- problemi di analisi e fusioni di immagini NMR - SPECT/PET per anomalie cerebrali.*

GRID

Implementazione di un sistema in grado di operare stabilmente, efficacemente e con tutta la funzionalità necessaria per l'analisi interattiva di dati distribuiti, nelle Università e negli Ospedali coinvolti nel progetto. Il raggiungimento di questo obiettivo permetterà di operare nei tre casi d'uso più interessanti in ambito medico:

-) uso di un database distribuito per il training/testing degli algoritmi in corso di sviluppo;
-) analisi di un database distribuito nell'ambito di progetti di screening;
-) esecuzione di algoritmi di CAD in modo interattivo "on-demand", senza che sia necessaria la distribuzione preventiva agli utenti dell'algoritmo richiesto.

Innovazione rispetto allo stato dell'arte nel campo

Il progetto si propone di sviluppare un programma di ricerca per lo studio di modelli ed algoritmi per l'analisi distribuita di immagini biomediche, facendo uso di servizi GRID.

Per quello che riguarda lo sviluppo di sistemi di supporto alla decisione clinica il presente Progetto si pone analogamente alla frontiera dello sviluppo scientifico e tecnologico.

- 1) I sistemi di CAD mammografico già parzialmente sviluppati e che si intendono ottimizzare e validare hanno prestazioni confrontabili con quelli allo stato dell'arte.
- 2) Per quanto riguarda l'analisi di immagini polmonari si intende sviluppare un sistema completo di CAD per la rivelazione di noduli e micronoduli polmonari in immagini acquisite mediante CT (Computed Tomography). Tale sistema sarà sviluppato nell'ambito di uno dei programmi attivi in Italia per la valutazione delle possibilità di diagnosi precoce delle neoplasie polmonari su popolazione a rischio. Il CAD potrà essere utilizzato per supportare la diagnosi radiologica di immagini CT acquisite ad alta risoluzione e bassa dose. Sistemi automatici per l'analisi di immagini con queste caratteristiche non sono attualmente disponibili in commercio e costituiscono oggetto di particolare interesse per la comunità scientifica internazionale.
- 3) Per quanto riguarda gli algoritmi per l'analisi delle anomalie cerebrali, lo sviluppo di nuovi modelli statistico-computazionali in grado di valutare automaticamente la progressione dell'atrofia ippocampale in un'immagine NMR rappresenta una innovazione. Infatti i metodi attuali non risultano ancora del tutto affidabili mentre quelli semiautomatici richiedono comunque l'intervento di un operatore esperto. Il metodo, una volta messo a punto e validato, renderà proponibile l'analisi e la classificazione di insiemi di centinaia di immagini NMR e l'eventuale l'analisi in fusione con l'immagine funzionale SPECT (o PET) dello stesso soggetto.

L'uso dei servizi GRID, per aumentare la velocità di calcolo e garantire l'accessibilità dei dati e loro condivisione, mediante l'uso di database distribuiti, rappresenta attualmente la frontiera tecnologica nel campo della gestione (condivisione ed elaborazione) dei dati. Nel panorama internazionale sono stati avviati un certo numero di programmi di R&D per lo sviluppo di tecnologie GRID, partendo dalle esigenze dei futuri esperimenti di Fisica delle alte energie, della meteorologia, della sismologia, ecc.

Sebbene i progetti in corso offrano una certa operatività ed una stabilità già utilizzabile per alcuni dei fini proposti non è ancora emerso in modo chiaro uno standard e le ricerche in questo settore sono particolarmente attive.

Il presente Progetto si inserisce in questo contesto mettendo in luce le necessità di calcolo e gestione dei database propri del campo biomedico. Questo punto è di grande importanza poiché, contrariamente alle richieste dei domini suddetti il settore biomedico ha esigenze che non si esauriscono nella potenza di calcolo e questo implica che i servizi GRID debbano essere mirati non solo ad una gestione semplice delle funzionalità di "job submission" distribuito.

Dunque l'applicazione dei servizi GRID alla analisi di immagini biomediche rappresenta una sfida scientifica e tecnologica tuttora aperta.

Nel presente progetto viene utilizzato un middleware denominato Alien, sviluppato nell'ambito della fisica delle alte energie (esperimento ALICE in fase di sviluppo al CERN) che ha già mostrato la sua efficacia per applicazioni di analisi distribuita di immagini biomediche nell'ambito degli esperimenti GPCALMA e MAGIC-5 (finanziati dall'INFN a partire dal 2001) e a cui hanno partecipato molti dei proponenti il presente Progetto.

Attualmente molte delle funzionalità proprie di Alien, soprattutto per l'analisi interattiva dei dati, sono state accolte come peculiari nell'ambito del progetto europeo EGEE (Enabling Grid for E-science in Europe).

E' quindi fondamentale raggiungere uno degli obiettivi dichiarati nel Progetto, ovvero il funzionamento stabile di stazioni di analisi di immagini biomediche presso i nodi GRID che verranno installati presso le Unità partecipanti al Progetto.

Criteri di verificabilità

L'attività che si intende svolgere nel Progetto comprende lo studio, lo sviluppo e l'ottimizzazione di tre distinti sistemi di analisi automatica di immagini biomediche: mammografiche, polmonari e cerebrali nei rispettivi ambiti di:

- a) screening mammografico;
- b) diagnosi precoce di neoplasie polmonari;
- c) studio di anomalie cerebrali

I tre sistemi, una volta sviluppati, dovranno poter operare in ambito ospedaliero, utilizzando le funzionalità di analisi interattiva di dati distribuiti fornita da GRID.

Lo sviluppo e l'ottimizzazione dei sistemi di analisi automatica di immagini biomediche è un campo di ricerca molto attivo. Le Unità partecipanti al Progetto prevedono quindi di diffondere i risultati delle loro ricerche attraverso partecipazioni a conferenze internazionali e pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali specializzate.

Anche per quanto riguarda lo sviluppo e l'ottimizzazione dei servizi GRID dedicati alla gestione e all'analisi di immagini biomediche, esso sarà oggetto di diffusione attraverso le riviste specialistiche, e quindi facilmente verificabile.

Questo è il primo criterio di verificabilità dei risultati ottenuti che si propone.

Un secondo criterio che si propone è la verifica della effettiva installazione ed il corretto funzionamento dei sistemi CAD sviluppati nei nodi GRID che verranno installati presso le Unità partecipanti al Progetto.

Nel dettaglio ognuna delle attività (workpackages) illustrate nel Modello A del Progetto prevede specifici "deliverables" che sono stati dichiarati preventivamente e si confermano in questa sede.

WP.1 Project Management

DELIVERABLES

- D1.1 Rapporti Interni Quadrimestrali.*
- D1.2 Pagina Web della Collaborazione.*

WP.2 Architettura per lo sviluppo di sistemi CAD

DELIVERABLES

- D2.1 Rilascio delle componenti architettoniche di base atte ad abilitare le Unità di Ricerca allo sviluppo di algoritmi per i CAD Documento di sintesi sulla analisi dei modelli ISA esistenti.*
- D2.2 Rilascio dei sottosistemi di watcher, engine, viewer.*

WP.3 GRID

DELIVERABLES

- D3.1 Installazione e configurazione dei servizi comuni.*
- D3.2 Interfacciamento tra le applicazioni di analisi di immagini e i servizi di gestione dati.*
- D3.3 Implementazione dell'interfaccia per l'analisi distribuita interattiva.*

WP.4 Classificazione e validazione di sistemi CAD

DELIVERABLES

- D4.1 Sistemi di classificazione appropriati per il CAD.*
- D4.2 Metodi di validazione per i risultati del CAD.*
- D4.3 Presentazione finale del test di validazione del CAD.*

WP.5 Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di microcalcificazioni al seno

DELIVERABLES

- D5.1 Nuovi sviluppi del CAD e documentazione I principali contenuti della documentazione sono: - sviluppo di nuovi algoritmi per la ricerca e l'analisi di cluster di microcalcificazioni; - confronto e analisi dei metodi del CAD.*
- D5.2 Valutazione dell'efficienza dei nuovi sviluppi del CAD e documentazione. I principali contenuti della documentazione sono: - efficienza di ricerca di cluster di microcalcificazioni; - confronto e analisi dei metodi del CAD; - curva ROC (Receiver Operating Characteristic) ottenuta per la ricerca e l'analisi di cluster di microcalcificazioni.*
- D5.3 Integrazione del CAD nel nodo locale e documentazione I principali contenuti della documentazione sono: - Integrazione del CAD nella stazione di refertazione; - Installazioni e test tecnici; - Manuale d'uso*

WP.6 Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di lesioni massive al seno

DELIVERABLES

- D6.1 Sviluppo e test dell'algoritmo dell' Unità di Bari.*
- D6.2 Sviluppo e test dell'algoritmo dell' Unità di Palermo.*
- D6.3 Sviluppo e test dell'algoritmo dell' Unità di Sassari.*
- D6.4 Confronto tra gli algoritmi precedenti.*
- D6.5 Integrazione dell'algoritmo migliore.*

WP.7 Algoritmi per la diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale.

DELIVERABLES

- D7.1 Implementazione di un sistema CAD completo per la rivelazione di noduli polmonari in immagini acquisite mediante CT.*
- D7.2 Test del sistema nell'ambito dello studio RCT.*

WP.8 Creazione di una base di dati distribuita per l'analisi di casi di studio di tipo polmonare.

DELIVERABLES

- D8.1 Realizzare un sistema efficiente con robuste regole di sicurezza per la consultazione via WEB del database.*
- D8.2 Test del sistema.*

WP.9 Algoritmi di analisi NMR - SPECT/PET per anomalie cerebrali

DERIVERABLES

- D9.1 Ottenere un "pacchetto" utilizzabile in rete che permetta la coregistrazione e la fusione di immagini anatomico-funzionali in modo da offrire al neurologo un valido punto di partenza per una diagnosi mirata.*

WP.10 Studio per la determinazione della dose minima di radiazione necessaria a produrre le mammografie destinate alle analisi automatiche.

DERIVERABLES

- D10.1 Determinazione della dose minima di radiazione per vari sistemi di imaging mammografico e metodo per il confronto automatico delle immagini.*

WP.11 Organizzazione della diffusione dei risultati

DERIVERABLES

- D11.1 Realizzazione di un DB con i lavori prodotti internamente ed esternamente al gruppo disponibile a tutti i ricercatori, con aggiornamento semestrale.*

Elenco delle Unità di Ricerca

Sede dell'Unità	Università degli Studi di BARI
Responsabile Scientifico	Roberto BELLOTTI
Finanziamento assegnato	Euro 82.844

Compito dell'Unità

L'unità di Bari sarà impegnata nelle seguenti attività (Workpackages, WP):

Project Management (WP.1)

Architettura per lo sviluppo di sistemi CAD (WP.2)

Grid (WP.3)

Classificazione e validazione di sistemi CAD (WP.4)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di microcalcificazioni al seno (WP.5)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di lesioni massive al seno (WP.6)

Analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale (WP.7)

Creazione di un database polmonare (WP.8)

Studio per la determinazione della dose minima di radiazione necessaria a produrre le mammografie destinate alle analisi automatiche (WP.10)

Tutte le attività (tranne WP.1) verranno condotte in collaborazione con ricercatori delle altre Unità del Progetto.

WP.1) Il Progetto presenta un livello di complessità notevole, a causa del gran numero di ricercatori coinvolti e di attività che si intendono sviluppare. L'attività di Project Management permetterà una migliore sinergia tra i ricercatori ed attività del Progetto.

WP.2) L'attività è finalizzata alla creazione di un ambiente di sviluppo che possa facilitare la fase sperimentale del Progetto attraverso una infrastruttura software condivisa e, nel contempo, fungere da prototipo dei sistemi per l'analisi automatica delle immagini.

WP.3) Si prevede la configurazione della Virtual Organization e di due Client collegati ai due server (Unità di Genova)

WP.4) In collaborazione con l'unità di Sassari, si contribuirà alle fasi di test e validazione degli algoritmi utilizzati per i sistemi CAD. Questa attività permetterà di definire gli strumenti computazionali più adatti alla analisi di immagini prodotte negli specifici domini di ricerca.

WP.5) L'unità di ricerca si propone di migliorare i risultati già ottenuti all'interno della collaborazione. Il programma scientifico prevede: (a) lo sviluppo di un sistema CAD e (b) il confronto con i sistemi CAD sviluppati dalle Unità di Sassari/Genova e Pisa. Verranno confrontati i valori di sensibilità, specificità e area sottesa dalla curva ROC ottenuti al variare dei parametri significativi.

WP.6) L'unità di ricerca si propone di migliorare i risultati già ottenuti all'interno della collaborazione. Il programma scientifico prevede: (a) lo sviluppo di un sistema CAD; (b) il confronto con i sistemi CAD sviluppati dalle Unità di Sassari e Palermo; (c) lo sviluppo di un sistema di classificazione "cooperativo", utilizzando i moduli più efficaci.

WP.7) Nell'ambito dello sviluppo di un CAD polmonare, l'unità di ricerca intende occuparsi, in collaborazione con le altre Unità, di diversi aspetti: (i) la segmentazione del volume polmonare in immagini CT, (ii) l'eliminazione dalle immagini di strutture non patologiche interne al polmone, (iii) lo studio tessiturale per l'individuazione di regioni possibilmente patologiche, (iv) la realizzazione di tecniche di visualizzazione innovative.

WP.8) L'attività prevede l'individuazione dei requisiti clinici imposti per la standardizzazione del database delle immagini, il monitoraggio dei risultati ottenuti con la ricostruzione di immagini, la memorizzazione di immagini provenienti da più tecniche diagnostiche, la registrazione di immagini acquisite in tempi diversi e la realizzazione di un programma, che, attraverso un'interfaccia grafica, realizzi una serie di funzionalità concordate preventivamente con i radiologi. Questa attività, si svolgerà in stretta collaborazione con lo sviluppo complessivo della infrastruttura software per lo studio e sviluppo dei CAD (WP.2) e con le Unità di Ge, Pa e Pi che si dedicano allo sviluppo di CAD Polmonari (WP.7).

WP.10) Si procederà ad uno studio per la determinazione della dose minima di radiazione legato alle varie applicazioni proposte nel presente progetto di ricerca. Tale parametro risulta essere fondamentale per la determinazione del corretto spessore dei dispositivi a pixel.

Sede dell'Unità	Università degli Studi di SASSARI
Responsabile Scientifico	Piernicola OLIVA
Finanziamento assegnato	Euro 34.755

Compito dell'Unità

L'unità di Sassari sarà impegnata nelle seguenti attività (Workpackages, WP):

Classificazione e validazione di sistemi CAD (WP.4)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di microcalcificazioni al seno (WP.5)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di lesioni massive al seno (WP.6)

Analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale (WP.7)

Organizzazione della diffusione dei risultati (WP.11)

WP.4, WP.5, WP6, WP.7) L'Unità di Ricerca di Sassari è impegnata del campo dell'estrazione delle feature, per quanto concerne le lesioni in mammografia ed i noduli in CT polmonare. Una parte rilevante dell'attività di questa Unità sarà inoltre lo studio ed il confronto di differenti sistemi di classificazione, da utilizzare come CAD. Nell'ambito dell'estrazione di feature caratterizzanti per opacità in mammografia, l'Unità si propone di utilizzare la matrice di co-occorrenza, calcolata sulle regioni di interesse. I parametri derivati dalla matrice di co-occorrenza verranno studiati, con l'obiettivo di selezionare i più significativi per operare una distinzione tra regioni patologiche e regioni non patologiche. L'estrazione di feature è trattata anche per microcalcificazioni in immagini mammografiche.

Nella CT polmonare, l'attività dell'Unità sarà dedicata alla riduzione dei falsi positivi prodotti dal filtro di pre-processing attualmente in uso. Sono previste attività per l'identificazione della struttura bronchiale e dei vasi sanguigni, insieme ad un lavoro per l'estrazione di feature caratterizzanti dai candidati noduli prodotti dal filtro. Verranno valutate, per identificare i volumi di interesse, sia tecniche volumetriche che tecniche di iso-superfici. Queste ultime risultano particolarmente adatte per definire volumi di interesse e per valutare con precisione area e volume di una regione di interesse. Da tali candidati verranno estratte feature caratterizzanti, con l'obiettivo primario di distinguere tra regioni d'interesse positive e falsi positivi. Sulla classificazione, verrà data enfasi alla rappresentazione per dissimilarità. In questa rappresentazione, un nuovo oggetto è descritto dalla sua distanza rispetto ad un sottoinsieme dei campioni di addestramento. L'uso della dissimilarità è di particolare interesse quando le feature sono difficili da ottenere oppure quando hanno un piccolo potere discriminante. Tale situazioni si ritrovano nella pratica quando non ci sono metodi di indubbia efficacia per definire gli esempi, quando i dati sono di grandi dimensioni o quando gli esempi sono costituiti da misure continue di dati che vengono suddivisi in categorie. Per realizzare un insieme di regole per il confronto degli esempi, che consenta di creare e poi classificare un nuovo set di dati, occorre confrontare un set d'interesse con un set di riferimento. Tale reference set consiste di prototipi che sono rappresentativi di tutte le classi presenti. Ogni classe sarà rappresentativa di regioni d'interesse che possono essere identificate come appartenenti ad uno stesso insieme omogeneo. Nel processo di apprendimento, sarà costruito un classificatore sulla base di una matrice di dissimilarità, relativa alla relazione di distanza di ogni esempio del set di interesse rispetto a tutti i prototipi del set di riferimento. L'uso della dissimilarità sarà fatto prima della classificazione e con questa rappresentazione la speranza è di avere una migliore caratterizzazione delle feature.

WP.11) L'Unità si occuperà anche di coordinare l'aggiornamento di un database della letteratura scientifica inerente gli argomenti di ricerca del progetto e di tracciare le pubblicazioni scientifiche del progetto e le partecipazioni a conferenze.

WP.3) Verrà installato un nodo GRID client collegato ai Server di Genova.

Sede dell'Unità	Università degli Studi di PALERMO
Responsabile Scientifico	Francesco FAUCI
Finanziamento assegnato	Euro 37.751

Compito dell'Unità

L'unità di Palermo sarà impegnata nelle seguenti attività (Workpackages, WP):

Grid (WP.3)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di lesioni massive al seno (WP.6)

Analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale (WP.7)

WP3) Uno degli obiettivi del progetto consiste nella implementazione di una GRID da utilizzare per lo screening mammografico e polmonare. Uno dei primi obiettivi è la messa in funzione di alcune stazioni ed il loro collegamento ai servizi gestiti dal server centrale installato in una delle sedi delle unità di ricerca. Saranno valutati alcuni possibili sviluppi futuri, in particolare intendiamo individuare applicazioni delle potenzialità di calcolo offerte dalla GRID in ambito radioterapeutico.

WP6) Il gruppo intende continuare lo sviluppo e l'ottimizzazione di algoritmi adattativi per l'individuazione di lesioni massive, al fine di migliorarne le prestazioni. L'attività futura relativa all'approccio già utilizzato riguarderà lo sviluppo di nuovi algoritmi per studiare le correlazioni tra il tessuto di "zone sane" e quello di "zone neoplasiche". Saranno inoltre implementati speciali algoritmi per la rivelazione di lesioni aventi strutture asimmetriche, facendo uso di trasformate wavelets ed FFT. Per la parte di pre-processing ed estrazione delle caratteristiche dell'immagine si intende sperimentare l'efficacia delle Support Vector Machines. L'attività viene svolta in stretta collaborazione con ricercatori delle Unità di Bari e Sassari.

WP7) Lo scopo di questa parte del progetto è la realizzazione di un sistema software di supporto alla diagnosi oncologica in screening della neoplasia polmonare. Si vogliono applicare le tecniche algoritmiche e di Artificial Intelligence per individuare, nelle immagini polmonari prodotte da una CT spirale a bassa intensità, zone sospette di contenere una lesione neoplasica, cercando di massimizzare la sensibilità. L'attività consisterà inizialmente nella raccolta di immagini digitali in formato DICOM, nella progettazione del relativo database e nella collaborazione con i radiologi per l'individuazione degli strumenti utili per l'analisi delle immagini. Successivamente verrà curato l'eventuale sviluppo ed implementazione di algoritmi. Verranno poi studiati algoritmi di pre-processing e, per l'analisi, reti neurali e metodi statistici, sviluppati con tecniche adeguate alla gestione distribuita. E' evidente

che tutte le fasi suddette dovranno essere validate, anche attraverso il confronto con altre tecniche di riconoscimento.

Sede dell'Unità	Università degli Studi di PISA
Responsabile Scientifico	Pasquale DELOGU
Finanziamento assegnato	Euro 51.460

Compito dell'Unità

L'unità di Pisa sarà impegnata nelle seguenti attività (Workpackages, WP):

Grid (WP.3)

Studio e sviluppo di CAD per la rivelazione di microcalcificazioni al seno (WP.5)

Analisi automatica distribuita delle immagini in programmi di diagnosi precoce di neoplasie polmonari basati su CT spirale (WP.7)

WP.3) Si prevede la configurazione della V.O. e nodo GRID client.

WP.5) L'unità di Pisa renderà disponibile il software per la ricerca automatica di microcalcificazioni precedentemente sviluppato (P. Delogu et al., Mammogrid I.N.D8.2-D8.4, www.mammogrid.vitamib.com), con lo scopo di effettuare test e confronti dei diversi algoritmi sviluppati dalle altre Unità nella collaborazione.

WP.7) L'Unità si occuperà dello sviluppo di un CAD per la rivelazione di noduli polmonari in immagini acquisite mediante CT. A questo scopo è necessario sviluppare un sistema in grado di realizzare, con alte prestazioni e nei tempi compatibili con l'effettuazione della diagnosi da parte del radiologo, l'analisi delle immagini, circa 300, che costituiscono la ricostruzione di ciascun set di dati acquisito per ogni singola scansione effettuata, in questo caso, ad alta risoluzione e bassa dose. Una delle attività preliminari sarà costituita dall'acquisizione ed archiviazione delle immagini in un opportuno database dedicato (WP.8, Bari). Per quanto riguarda la fase di progettazione di un sistema CAD per la rivelazione di noduli e micronoduli polmonari, sono possibili due principali strategie: a) basata sulla ricerca dei noduli in tutto il volume relativo alla ricostruzione CT e sulla determinazione della posizione del nodulo rispetto al parenchima; b) basata sulla determinazione del volume parenchimale e della superficie che lo racchiude (pleura) e sulla ricerca dei noduli all'interno di tale volume. I proponenti dell'Unità intendono sviluppare entrambe le strategie e valutare sperimentalmente vantaggi e svantaggi. Il sistema basato sullo schema (a) sarà organizzato in tre moduli. Il primo modulo userà tecniche di image-processing (algoritmi di segmentazione, operatori morfologici, edge-detectors ecc.) e avrà lo scopo di "ripulire" le immagini, cioè di eliminare le regioni sicuramente prive di interesse perché esterne al volume polmonare. Il secondo modulo sarà rappresentato dall'algoritmo di ricerca dei "candidati a nodulo" basato su un filtro di tipo "dot-enhancement". Questo consiste nel determinare per ogni voxel della matrice 3D, ottenuta dalla ricostruzione CT, le caratteristiche geometriche locali attraverso il calcolo degli autovalori della matrice Hessiana. Tali autovalori vengono utilizzati per stabilire la "somiglianza" delle regioni investigate rispetto a una funzione stabilita a priori (ellissoide). Un algoritmo di tipo "peak-detector" permetterà di raggruppare ed evidenziare le regioni più "ellissoidali". L'ultimo modulo consisterà nello stimare l'appartenenza del candidato nodulo alla regione parenchimale sulla base dell'analisi dei numeri valori relativi ai voxel che costituiscono il background. Nel caso del sistema basato sullo schema (b), dopo la fase di pulizia delle immagini, verranno utilizzati i metodi di segmentazione sviluppati dalla Unità di Bari. Tali metodi di segmentazione determinano la superficie che racchiude la regione parenchimale. A questo punto verrà applicato l'algoritmo "dot-enhancement" utilizzando due diverse funzioni di modellizzazione dei noduli: una per i noduli interni e l'altra per quelli aderenti alla pleura. In ogni caso alla fase di ricerca dei "candidati" dovrà seguire una fase di riduzione dei falsi positivi. Sarà poi necessario procedere a una classificazione dei rimanenti "candidati", che potrà avvenire in base alla caratterizzazione oggettiva mediante "features" legate a forma, dimensioni, densità o posizione.

Sede dell'Unità	Università degli Studi di GENOVA
Responsabile Scientifico	Sandro SQUARCIA
Finanziamento assegnato	Euro 47.190

Compito dell'Unità

L'unità di Genova sarà impegnata nelle seguenti attività (Workpackages, WP):

Grid (WP.3)

Problemi di analisi NMR - SPECT/PET per anomalie cerebrali (WP.9)

WP.9) L'unità di Genova ha come compito prioritario lo studio, lo sviluppo, la comparazione e la selezione di modelli statistico-computazionali in grado di valutare in automatico la progressione dell'atrofia ippocampale in una popolazione e di fornire un'affidabile classificazione per ogni singolo soggetto in modo che il neuroradiologo abbia un valido supporto nella diagnosi e successivamente nella terapia. Saranno messi a punto algoritmi statistici atti a selezionare in maniera oggettiva dall'intera popolazione delle immagini NMR alcuni "capofila" idonei a descrivere l'avanzare dell'atrofia. Il metodo, una volta selezionato e validato, renderà proponibile l'analisi e la classificazione di insiemi di centinaia di immagini NMR coregistrate con le

immagini funzionali SPECT o PET, per quei soggetti per i quali siano disponibili. L'applicazione dei differenti algoritmi dei modelli di "clustering" per la segmentazione di immagini, sviluppati ed utilizzati dalle altre Unità della Collaborazione, saranno confrontati con i metodi più consueti già sul mercato, ottimizzando le curve ROC (Receiver Operating Characteristics) in modo da ricavare la specificità e la sensibilità richiesta. Gli algoritmi saranno quindi integrati in un "pacchetto" basato su servizi GRID che potrà essere di valido aiuto al clinico.

WP.3) L'unità di Genova (a cui afferiscono anche ricercatori della sezione INFN di Torino e dell'Università di Torino) sarà il gruppo responsabile dello sviluppo delle funzionalità dei servizi GRID previsti nel Progetto.

La configurazione dei servizi locali, suddivisi in "Compute Element" e "Storage Element" sarà in grado di fornire sia aiuto nell'operazione di "screening" per le immagini mammografiche, le tomografie polmonari e le immagini NMR/PET/SPECT del cervello, sia il supporto nell'eventuale analisi di immagini a richiesta (CAD, Computer Aided Diagnosis), sia nella comparazione tra una immagine e un insieme di immagini di confronto situate in siti diversi.
