

Tra le attività di valorizzazione della ricerca, è da segnalare la conclusione del contratto di licenza con Thesan Pharmaceuticals, società statunitense che svilupperà in esclusiva una classe di principi attivi con effetto antinfiammatorio (inibitori della NAAA) protetti dal portafoglio brevetti in comproprietà tra IIT, UC Irvine (USA), Università di Parma e Università di Urbino.

#### 4.1.6 Spin-off della ricerca e altre attività inerenti il Trasferimento Tecnologico

Nel corso dell'anno ha avuto impulso l'attività di supporto allo sviluppo di società spin-off della ricerca, grazie all'adozione di politiche di sostegno alle scelte imprenditoriali che emergono dai ricercatori di IIT. Ciò ha portato IIT ad esser presente sui principali circuiti nazionali delle start-up competition, e ha favorito l'avvio delle prime società spin-off promosse da ricercatori IIT.

A supporto di questo processo di trasferimento tecnologico, riconosciuto come uno degli elementi capaci di creare i più significativi impatti in termini di innovazione sul tessuto produttivo, e sociale in genere, sono state altresì sviluppate iniziative quali:

- cicli di workshop sulla comunicazione, sulla protezione della proprietà intellettuale, su metodi e strumenti per valorizzare la ricerca scientifica;
- la progettazione e realizzazione del Master sul Trasferimento Tecnologico in affiancamento all'Università di Genova;
- incontri con imprese e operatori del *venture capital* mirati a creare e consolidare uno scambio continuativo con l'industria e con gli investitori in iniziative ad alto contenuto tecnologico

Durante il 2012 sono stati lanciati i primi progetti di potenziali start up legati a invenzioni originali dei ricercatori IIT:

- 3Brain: sviluppa dispositivi per la diagnostica cellulare di interesse farmaceutico. Il sistema è costituito da chip in grado di leggere e analizzare l'attività neuronale su reti complesse di cellule, permettendo di capire meglio il funzionamento del cervello, ma anche di studiare le malattie e testare i medicinali.
- CompAct: progetto per il lancio di una società che commercializzi attuatori e manipolatori robotici intrinsecamente elasticci e flessibili, per il mercato B2B nei settori automotive e aerospazio.
- HIRIS: Human Interactive Reliable Integrated System nasce all'interno di un progetto di human-computer interaction. È un sistema modulare e riconfigurabile di sensori e attuatori capaci di interagire tra loro e scambiare informazioni tramite feedback aptici evoluti (tatto, vibrazione, calore). Per la commercializzazione della tecnologia è stata costituita la società Circle Garage con focus sui settori del gaming, outdoor&sports, field operations and security.
- Microturbina: mira alla commercializzazione di una turbina dal diametro di 14 millimetri che sfrutta la pressione di un fluido disponibile nell'ambiente o in un impianto industriale per produrre energia elettrica in loco.
- Nanoproject: realizza e ottimizza la produzione di nanoparticelle metalliche e ossidi solubili in acqua per applicazioni medicali, diagnostiche e di ricerca.
- QB Robotics: produce componenti per applicazioni robotiche che mirano alla realizzazione di robot compliant, ovvero dai movimenti sempre più simili a quelli umani, aumentandone l'efficienza energetica, la velocità e la versatilità.
- Rehab Technologies: mira alla creazione di una società che produca e commercializzi soluzioni robotiche per la riabilitazione, in particolare della caviglia e del polso.
- SEM+: sviluppa sensori flessibili multi-touch, estendendo il concetto di "touch-pad" a qualsiasi superficie non piana.

3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

#### 4.1.7 Rapporti con enti di ricerca

IIT ha costruito una fitta rete di rapporti nazionali e internazionali con enti di ricerca pubblici e privati, con aziende e con istituzioni accademiche. Nel corso del 2012 sono stati siglati numerosi accordi tra convenzioni quadro e attuative. Tutti gli accordi prevedono la possibilità per i ricercatori di accedere alle reciproche strutture, di trascorrere periodi anche prolungati presso i laboratori degli enti coinvolti per ricerca e formazione, oltre a contemplare dottoranti in co-tutela.

Sono state strette convenzioni mirate allo svolgimento di tirocini formativi e di orientamento con istituti d'istruzione universitaria nazionali ed esteri. Inoltre, nell'ambito del programma Erasmus sono stati accolti studenti provenienti da università europee.

Nel 2012 sono state avviate le outstation di IIT presso il Neurobiology Department di Harvard e il center for Computational Machine Learning al MIT. Entrambe le iniziative hanno durata triennale e vedono rispettivamente un nucleo limitato di post doc di IIT nelle due sedi con una fitta rete di scambi di scienziati fra Boston e Genova. Infine, nell'ambito delle *partnership* istituzionali avviate con le Università che ospitano i centri della rete, sono da segnalare i programmi congiunti di Dottorato di Ricerca che sviluppati nelle sedi IIT. Nel 2012 questi hanno dato luogo all'assegnazione nuove borse di dottorato congiunte e su attività inerenti il piano di ricerca IIT. Tali programmi, ormai a regime in tutta la rete, consentono di mantenere lo staff di studenti di dottorato in tutto IIT attorno alle 300 unità.

#### 4.1.8 Riconoscimenti scientifici

Nel corso dell'esercizio sono stati attribuiti ai ricercatori dell'Istituto numerosi riconoscimenti. Di seguito gli eventi di maggior rilievo:

**Start Cup, PNI e Italia Camp.** L'IIT ha partecipato con proposte originali a diverse competizioni per progetti di start-up: i progetti Rehab Tech (per la tematica Life Sciences) e Microturbina (per la tematica Agro-Food-Cleantech) hanno ottenuto due dei quattro premi finali della competizione "Start Cup Ricerca - il Sole 24 Ore" promossa dal quotidiano economico e dal CNR; i progetti Microturbina e Sem+ hanno ottenuto importanti riconoscimenti nell'ambito del Premio Nazionale dell'Innovazione (PNI) 2012; nell'ambito di Italia Camp un ulteriore riconoscimento è andato al progetto Microturbina.

**Premio Nazionale NEST.** Grazie al lavoro pubblicato sulla rivista *Nature Methods* col titolo "Live-cell 3D super-resolution *imaging* in thick biological samples", Francesca Cella Zanacchi, ricercatrice del Dipartimento di Nanophysics, ha ricevuto a Venezia il Premio Nazionale NEST 2011 per la Nanoscienza assegnato ogni anno alla migliore pubblicazione sulla nanoscienza sperimentale curata da ricercatori under 35.

**Premio "TR35 - Giovani Innovatori".** Despina Fragouli (CBN), Matteo Laffranchi, (ADVR), Monica Gori (RBCS) e Francesca Cella Zanacchi. (NAPH) sono 4 ricercatori "under 35" che grazie al loro lavoro di ricerca originale sono stati premiati con il riconoscimento "TR35-Giovani Innovatori", ideato dalla famosa rivista americana *Technology Review* del MIT e organizzato in Italia dal Forum Ricerca Innovazione Imprenditorialità dell'Università di Padova insieme con *Technology Review* Italia.

**Humanoids 2012 - Winner of the Best Paper Award.** Il lavoro di Antonio Bicchi, sr scientist all'IIT e ricercatore del Centro Piaggio di Pisa, finalizzato alla creazione di una mano umanoide, è stato premiato all'edizione 2012 della conferenza Humanoids, che si è tenuta a Osaka.

## 4.2 Relazioni delle Unità di Ricerca

### 4.2.1 RBCS



L'attività di ricerca di RBCS si sviluppa lungo tre percorsi che hanno come centro di riferimento l'essere umano: *Humanoid robotics* - la robotica umanoide, con particolare riferimento all'implementazione degli aspetti cognitivi; *Human behavioural studies* - il comportamento umano attraverso gli studi della relazione fra azione e percezione; *Interaction and interface* - la comunicazione e l'interazione uomo-macchina con una forte enfasi sul linguaggio (parlato e gestuale) e sui più recenti sviluppi tecnologici e scientifici presenti per le interfacce dirette bidirezionali con il sistema nervoso.

La ricerca avviene seguendo i seguenti principi-guida:

- Complessità al livello umano (e.g. nello studiare la percezione e le abilità di apprendimento negli uomini e negli umanoidi);
- Ingegneria come riferimento (e.g. usare l'ingegneria come strumento per dimostrare le teorie, per misurare i risultati e consolidare il livello di comprensione);
- Azioni comportamentali (e.g. studiare come generare e comprendere le azioni intese come movimenti intrinsecamente dotati di una finalità);

Sviluppo e apprendimento (studiare e realizzare sistemi capaci di diventare progressivamente e autonomamente più competenti) Seguendo queste linee guida, il *fil-rouge* è rappresentato dell'interesse verso l'"esecuzione e comprensione delle azioni" con un'enfasi sull'interazione e i suoi molteplici aspetti: interazione con se stessi; interazione con il mondo inanimato; interazione con gli altri (sociale); interazione come mezzo per guidare lo sviluppo e l'apprendimento.

Nel corso del 2012, la caratteristica interdisciplinarietà delle attività di ricerca di RBCS si è sviluppata sia internamente che attraverso collaborazioni con altri dipartimenti e altri istituti. La visione umano-centrica, caratteristica essenziale di RBCS, è motivata dalla solida consapevolezza, supportata dalle positive valutazioni ottenute, che l'approccio multidisciplinare avente al suo centro la comprensione del cervello umano e la realizzazione di tecnologie, come iCub, quali strumenti di supporto è strategico non solo in termini di raggiungimento di nuova conoscenza ma anche, nel medio termine, in termini di scoperta di nuove tecnologie. Questa è stata la visione che ha coltivato il progetto iCub sin dalle sue origini e ha comportato, tra i suoi risultati, lo spin-off dell'iCub facility e dei risultati tecnologici collegati così come nello stabilire una forte attività nella riabilitazione robotica.

Nel corso del 2012 lo staff di RBCS è rimasto immutato nel suo numero, con quasi 100 persone complessivamente. Il flusso di pubblicazioni collegate all'attività di ricerca è stato significativamente più ampio di quanto prodotto nell'esercizio precedente e ha riguardato per lo più pubblicazioni internazionali e gli articoli estesi, mentre i *short papers* sono diminuiti. RBCS infine ha potuto depositare anche dei brevetti.



3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

---

Di seguito si riporta per macro aree le attività di rilievo

#### Humanoid Robotics Research

**iCub action and Control.** Questo gruppo si focalizza nell'applicare principi biologici all'implementazione del controllo motorio realizzato su iCub. Un tema comune a queste attività è la *actuator compliance* e la sua utilità nel controllo adattivo del movimento. Gli argomenti esplorati nel corso del 2012 hanno riguardato il coordinamento delle azioni di presa e bilanciamento in presenza del movimento di tutto il corpo; il ruolo del controllo ottimale nel modellare il movimento umanoide; sistemi di controllo con sensori tattili distribuiti e finalizzati al controllo contemporaneo di forza e posizione; progettazione, realizzazione e verifica di attuatori per iCub.

**Motor Cognition and Human-Humanoid interaction.** Questo aspetto è stato sviluppato in due filoni: (i) apprendimento motorio e (ii) interazione uomo-umanoide. Nei tempi passati, i robot erano progettati per compiere compiti precisi e erano dedicati a ambienti circoscritti all'interno dei quali era consentita la presenza di personale specializzato. L'introduzione progressiva di strumenti automatizzati in ambienti liberi pone un nuovo quesito scientifico: come progettare robot che siano accettati e che interagiscano amichevolmente con tutti.

**iCub sensing and perception.** Uno dei elementi innovativi è stata l'introduzione della (nuova) pelle di iCub.

**iCub body. Analog VLSI.** Questo gruppo lavora allo sviluppo di hardware e software neuromorfico da implementare su iCub. In particolare si è dedicato allo sviluppo e la caratterizzazione di sensori di visione asincroni da un lato e alla finalizzazione del "neuromorphic iCub" scaturito dall'implementazione con algoritmi e un'infrastruttura dedicata ai sensori di visione asincrona su iCub.

#### Human Behaviour Research

**Fisiologia dell'azione e percezione.** Il principale obiettivo è capire i meccanismi coinvolti nella produzione di azioni finalizzate e i suoi legami con i meccanismi di percezione, usando dati empirici e modelli teorici.

**Apprendimento e riabilitazione motoria.** Questo campo ha proseguito nell'individuare nel controllo motorio umano (vale a dire movimenti dotati di una finalità e funzioni di equilibrio) e nella percezione quegli aspetti che hanno il potenziale di suggerire nuove tecnologie per la realizzazione di sistemi robotici autonomi nonché di protesi e protocolli di riabilitazione.

**Percezione visuo-aptica in adulti e durante lo sviluppo.** Quest'area si è focalizzata sullo studio della percezione visiva, tattile, posturale e propriocettiva e sull'integrazione multimodale di diversi tipi di segnali; è stato inoltre approfondito come lo studio dell'integrazione multisensoriale possa offrire lo spunto per migliorare l'utilizzo delle informazioni sensoriali residue in bambini con disabilità visive, acustiche o motorie.

**Senso del tatto dinamico e interazione.** L'obiettivo principale è investigare il ruolo delle misure di forza e tattili (e più in generale della percezione aptica) durante l'esecuzione di compiti dinamici. Questo è considerato un aspetto cruciale per comprendere come implementare su robot capacità manipolative avanzate.

**Open fMRI Machine.** Questo gruppo è finalizzato alla realizzazione di uno strumento capace di effettuare esami fMRI (functional Magneto Resistance Imaging) di soggetti seduti e/o in movimento, aprendo numerose possibilità sia in ambito di ricerca medica ma anche su settori industriali.

#### Interaction and interface

**Brain machine interface.** Questo progetto mira a identificare lo sviluppo di sistemi artificiali capaci di interagire con l'ambiente e con altri individui sotto controllo cerebrale.

**Mirror Neurons and Interaction.** Il contesto teoretico sottostante la ricerca in MNI risiede nel fatto che il sistema motorio possa essere coinvolto in funzioni cognitive oltre al mero esercizio di pianificare e eseguire un compito. Una sempre più stringente evidenza dimostra che esiste una stretta relazione tra i sistemi responsabili per l'azione e quelli per la percezione e che essi sono integrati a uno stadio primordiale con le funzioni cognitive di alto ordine.

**Soft Materials.** Questo settore mira a investigare i materiali morbidi attualmente realizzati dalla ricerca per impieghi nelle piattaforme umanoide.

**Tissue engineering.** Colture cellulari per la crescita di derma e epiderma.

#### 4.2.2 iCub facility



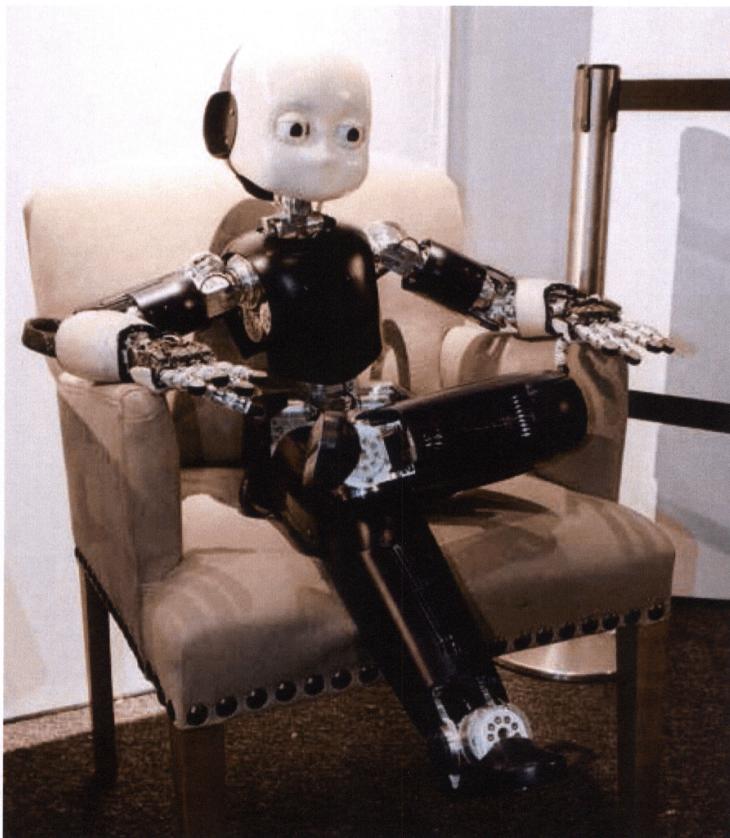
L'attività della facility orbita interamente intorno al robot iCub, sia in termini di ricerca che di soluzioni ingegneristiche. La facility è stata creata nel 2012 con gli obiettivi specifici di alimentare l'integrazione tra dipartimenti sui temi di interesse di iCub, in particolare, e della robotica umanoide in generale.

Una declinazione più esplicita dei suoi obiettivi si può così elencare:

- definire i percorsi che tracciano l'evoluzione di iCub, declinando i tempi per le uscite delle nuove versioni, il loro rilascio e i macro obiettivi da perseguire in ogni versione;
- coordinare e concordare gli aspetti tecnici connessi con l'integrazione, la compatibilità e la qualità delle innovazioni tecnologiche incorporate in iCub;
- garantire che gli strumenti di sviluppo realizzati all'IIT siano idonei e che qualsiasi risultato e azione correttiva che si sia resa necessaria sia conseguentemente applicata;
- coordinare l'assemblaggio di nuovo software, prodotto dalla comunità open source connessa con iCub, ivi inclusa la conduzione a grandi linee del progetto di ricerca.

Tutte le attività spaziano su diversi settori e interessano la meccanica, il software, la produzione e le attività di trasferimento tecnologico.

Le nuove soluzioni meccaniche sono le modifiche più evidenti apportate a iCub nel corso del passato esercizio. Seguendo la pianificazione, è stata effettuata una nuova progettazione del ginocchio e della caviglia per incorporare alcune delle soluzioni che sono state individuate con Coman (di ADVR). L'obiettivo a lungo termine è di integrare progressivamente e re-ingegnerizzare queste componenti per ottenere un nuovo umanoide, più piccolo (iCub 3.xx) che rappresenti una sintesi di tutti i più recenti miglioramenti raggiunti dai diversi dipartimenti interessati al lavoro di progettazione di robotica. Questa integrazione è iniziata a partire da iCub 2.0 e ha subito l'inserzione dei *Series Elastic Actuators* (SEA), gli attuatori concepiti per la realizzazione di Coman. Il modulo è stato di conseguenza ri-progettato per incrementare la sua rigidità torsionale e per ottimare la dimensione complessiva. Questo è una modifica che si è resa necessaria in quanto il progetto iniziale, che prevedeva sei molle elicoidali, non era in grado di raggiungere la desiderata rigidità torsionale.



3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Note Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

---

La nuova gamba è stata adottata con successo e sottoposta ai test concepiti per valutare l'equilibrio. Questo è stato un passo fondamentale in quanto può considerarsi un primo passo verso l'integrazione tra le due piattaforme e l'introduzione di un robot umanoide dell'IIT che ne accomuni le caratteristiche e dia l'inizio alla generazione di una famiglia di robot che sviluppino diverse dimensioni e configurazioni, i.e. piccoli per la ricerca, medi per lo sviluppo industriale e grandi per attività di soccorso.

Un'ulteriore componente dell'attuale attività di integrazione è la pelle, un brevetto internazionale dell'IIT. Oltre alla completa carenatura di iCub, completata nel 2012, è stato progettato il comparto sensoristico per i piedi, compatibile con entrambe le piattaforme. Questa implementazione permette di effettuare la valutazione della distribuzione della pressione sul piede, ossia una stima evoluta del ZMP (zero moment point - il punto in cui la spinta verso l'alto e la forza gravitazionale si annullano reciprocamente permettendo lo scivolamento del piede) durante la deambulazione. La pelle studiata può essere adattata a qualsiasi forma e di conseguenza si procederà alla copertura di Coman come è stato fatto per iCub. L'elettronica associata alla pelle è stata inoltre rivista per conseguire miglioramento a livello di gestione attiva del rumore di fondo a permettere la compensazione della temperatura dell'hardware. Le estremità delle dita infine sono attualmente sotto ri-progettazione per migliorarne la durevolezza. iCub ha ora complessivamente 1868 sensori tattili.

Sul fronte dell'elettronica nel corso del 2012 è stato completata l'installazione di un nuovo insieme di schede elettroniche basate sulla connessione ethernet a 1000 Mb/s e sistemi di gestione di potenza a conduzione vettoriale (Field Oriented Control - FOC). Il corrispondente *firmware* è in fase di completamento: le modalità di controllo di velocità e di posizione sono completati mentre le funzioni di controllo di torsione sono in fase avanzata). Il nuovo rilascio include anche codificatori ad elevata risoluzione. È stato inoltre completato un nuovo *DC controller* con interfaccia Ethernet.

Il lavoro sull'architettura software è stato dedicato all'implementazione di nuovi protocolli per ridurre l'uso della larghezza di banda e migliorare l'interoperabilità e diverse applicazioni necessarie all'interfaccia. Gli aspetti teorici stanno inoltre migliorando grazie alla progettazione e lo studio di processi di controllo basati sui cosiddetti sistemi di comportamento.

L'iCub facility è inoltre dedicata al supporto della iCub community l'insieme di gruppi di ricerca che usano regolarmente la piattaforma iCub per attività sperimentali sulla robotica umanoide. Questo comporta l'intrattenimento attivo della mailing list, l'annuale scuola e l'aggiornamento della compatibilità tra compilatori e sistema operativo. Il *middleware* usato - YARP - è diventato un pacchetto software Debian, ed è ora disponibile negli archivi Debian permettendo l'accesso al mondo degli sviluppatori di ambiente Linux. Nel corso dell'anno sono stati pubblicati due rilasci di software sia in formato sorgente che in formato binario ed è stato iniziato un trasferimento per l'interfaccia di Coman, che permetterà di avere un'unica infrastruttura software sia per iCub che per Coman.

È stata inoltre iniziata l'implementazione da un punto di vista software del controllo di equilibrio (balancing) e della deambulazione (walking).

Nel corso dell'anno è stata mantenuta da un lato la parte produttiva legata al rilascio di nuovi ordini e contemporaneamente la parte destinata alla manutenzione di ordini già effettuati. Ci sono allo stato attuale 22 contratti esterni e la realizzazione di tre nuovi robot. Il gruppo ha inoltre mantenuto la disseminazione dei risultati con 15 eventi che coprono diverse attività, dalla conferenza alle fiere scientifiche e gli incontri con le scuole. In dicembre è stato infine consegnato il primo iCub 2.0 a un istituto straniero.

#### 4.2.3 ADVR



Il 2012 è stato un anno proficuo il cui lavoro è stato strutturato sui successi raccolti nell'esercizio precedente. Da un punto di visto economico, sono stati sottoscritti contratti in aumento rispetto a quanto raccolto

precedentemente e adesso i ricercatori del dipartimento sono regolarmente richiesti per far parte dei consorzi di ricerca del miglior calibro e questo riflette l'elevato livello raggiunto internazionalmente.

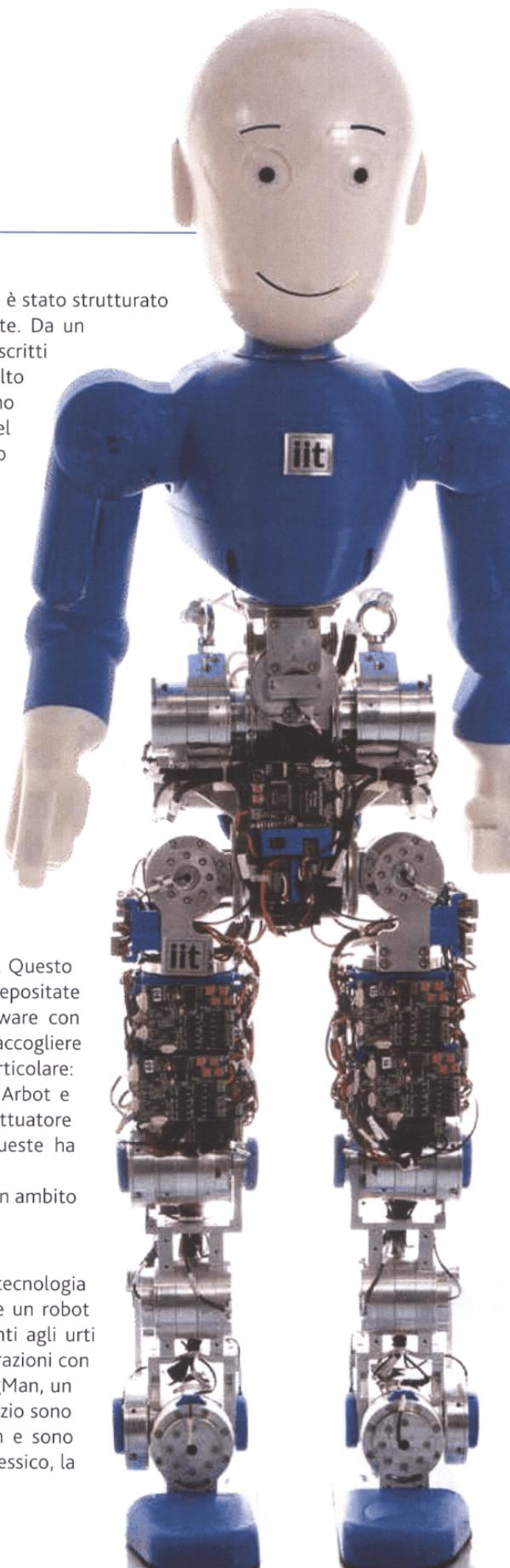
Il numero di pubblicazioni che riferiscono sul lavoro operato è aumentato rispetto all'esercizio precedente e una particolare attenzione è stata posta sulla qualità delle testate a cui è stato fatto riferimento, privilegiando le conferenze internazionali come IEEE ICRA, IEEE HUMANOID, IEEE/RSJ IROS e testate a circolazione internazionale. Queste conferenze sono le più grandi e le più prestigiose e ottenere un accesso è un indicatore di forza del gruppo di ricerca. Ancora una volta ADVR riesce a ritenersi paragonabile ai suoi diretti competitori internazionali (DLR, Stanford, MIT, CMU, etc).

L'esercizio ha inoltre costituito una fondamentale differenza di passo rispetto agli esercizi precedenti. Fino al 2011 l'attenzione è stata posta sulla creazione del dipartimento, ponendo l'accento su acquisto di strumentazione, assunzione di personale e lancio e approfondimento di filoni di ricerca "fondamentali" che hanno dato luogo a un flusso di raccolta di fondi; nel 2012 è stato dato maggior accento al trasferimento tecnologico. Questo è anche riscontrabile nel fatto che fino al 2012 sono state depositate domande per brevetti e ideati artificati meccanici e software con potenzialità commerciali, che nel 2012 hanno cominciato a raccogliere i primi frutti. L'attenzione è stata posta su 3 aree e in particolare: la microturbina per generare corrente a basso voltaggio, Arbot e il sistema di riabilitazione della caviglia, CompAct quale attuatore a impedenza variabile. Nell'arco del 2012 ciascuna di queste ha ottenuto dei riconoscimenti di natura imprenditoriale.

La trattazione successiva dettaglia area per area i progressi in ambito di ricerca raggiunti nel corso dell'anno:

##### Humanoid and Human Centred Robotics Group

Questo gruppo ha dedicato la sua attività allo sviluppo di tecnologia da applicare alle piattaforme umanoidi e più in particolare un robot *compliant* (dotato di cedevolezza e capacità di assorbimenti agli urti occasionali con ostacoli, attributo molto positivo nelle interazioni con l'essere umano), chiamato CoMan, e la progettazione di BigMan, un nuovo Umanoide a elevate prestazioni. Nel corso dell'esercizio sono state completate le progettazioni dell'hardware di CoMan e sono stati ricevuti ordini da gruppi di ricerca esterni all'IIT (dal Messico, la



## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

Cina e la Svizzera). CoMan è il robot umanoide *compliant* più avanzato al mondo, caratteristica che lo rende insuperabile nel gestire interazioni, impatti e collisioni e che costituisce il nucleo di ricerca in robotica per i prossimi anni; buona parte della ricerca è stata rivolta allo sviluppo del software necessario al mantenimento stabile dell'equilibrio sotto impatti e collisioni, la dembulazione e le interazioni. Si osservi che queste aree sono state esplorate recentemente solo in modo virtuale per la scarsità di strumentazione umanoide, mentre nelle più recenti conferenze è emersa la qualità di questi prodotti grazie ai testi a cui possono essere sottoposti. Attenzione è stata contemporaneamente posta allo sviluppo di sistemi di attuazione e braccia robotiche *compliant*, tra cui la creazione di CompAct Arm. Tutti i prodotti realizzati hanno ottenuto numerosi riconoscimenti.

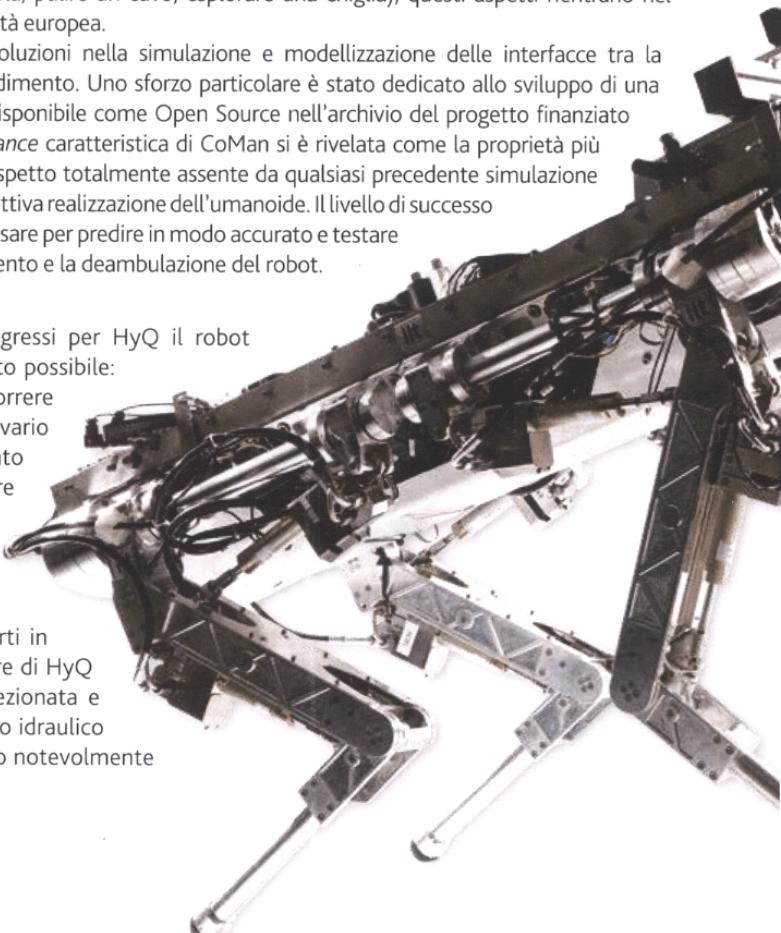
#### Learning and interaction

Un secondo filone di ricerca riguarda l'apprendimento di abilità da parte dei robot secondo i principi dell'apprendimento per imitazione e dell'apprendimento per rinforzo (che prevede l'assegnazione di una ricompensa in caso di una valutazione positiva dell'imitazione effettuata). Queste tecniche sono state applicate in modo dimostrativo su diverse piattaforme roboticHe, tra cui CoMan a cui è stato impostato di imparare a camminare e di prevedere cadute. Sviluppi sono inoltre stati conseguiti nell'apprendimento al gesto di afferrare oggetti, usando il torso di CoMan sottoposto a controllo umano, e, sfruttando la naturale *compliance*, è stato possibile manipolare un ampio spettro di oggetti in modo sicuro, senza un'esercitazione dedicata. Sviluppi sono stati verificati nell'uso del braccio robotico KUKA LWR, in esperimenti di interazione co-operativa tra uomo e robot, in operazioni di assemblaggio e nell'esercitare un braccio robotico a gestire situazioni di incertezza relative al movimento e la localizzazione di oggetti che si possono incontrare in operazioni sottomarine (svitare una valvola, pulire un cavo, esplorare una chiglia); questi aspetti rientrano nel progetto PANDORA, finanziato dalla comunità europea.

Sono stati inoltre registrati interessanti evoluzioni nella simulazione e modellizzazione delle interfacce tra la progettazione robotica e i sistemi di apprendimento. Uno sforzo particolare è stato dedicato allo sviluppo di una simulazione ad alta fedeltà di CoMan, ora disponibile come Open Source nell'archivio del progetto finanziato dalla Comunità Europea AMARSI. La *compliance* caratteristica di CoMan si è rivelata come la proprietà più complessa da simulare in modo fedele, un aspetto totalmente assente da qualsiasi precedente simulazione effettuata, dando una luce particolare alla effettiva realizzazione dell'umanoide. Il livello di successo è riscontrato dal fatto che adesso è possibile usare per predire in modo accurato e testare centinaia parametri per ottimizzare il movimento e la deambulazione del robot.

#### Dynamic walking technology

Il 2012 è stato un anno di notevoli progressi per HyQ il robot quadrupede realizzato presso ADVR. È stato possibile: camminare (in laboratorio e all'aperto), correre fino a 2m/s, movimento su terreno vario (rocce rami, impalcature), arrampicamento su pendenze fino a 15 gradi, assorbire urti e spinte, riconoscere il terreno, adattare il passo al terreno a seguito di riconoscimento, pianificare il posizionamento dell'arto. In aggiunta è stata progettata una nuova tipologia di arti in fibra. Se da un lato i cambiamenti hardware di HyQ sono stati limitati, nel 2012 è stata perfezionata e testata una nuova anca controllata in modo idraulico che permetterà in futuro di gestire in modo notevolmente migliore gli urti e cadute laterali.



### Biomimetic Technologies

Questo gruppo si è concentrato nello sviluppo di robot senza giunzioni, morbidi, e a flessibilità accentuata. Il lavoro svolto ha portato allo sviluppo di un nuovo modello e relativo simulatore, per il controllo di un braccio senza giunzioni e lo sviluppo di una struttura robotica innovativa, avente come riferimento il polpo, azionata da attuatori muscolari flessibili, a *compliance* avanzata. Nel corso dell'esercizio è stato esteso il concetto di "continuum" (senza giunzioni) a sistemi di più (4, 6 e 8) sistemi di arti.

Un evento rilevante è stata l'identificazione del potenziale commerciale della microturbina, sviluppata inizialmente per utilizzare in modo efficiente potenza energetica persa nei gas di scarico e nei liquidi usati per controllare i robot senza giunzioni e HyQ.

### Bio-medical and Rehabilitation

Ci sono stati notevoli progressi nell'ambito di Arbot, la piattaforma per la riabilitazione della caviglia e gli studi per la microchirurgia. In quest'ultimo ambito, è stata sviluppata una nuova interfaccia chirurgica in stretta collaborazione con il personale di un'azienda ospedaliera; il lavoro rientra all'interno di un progetto finanziato dall'UE di cui l'IIT è capofila.

Arbot ha raggiunto un livello di preparazione tale da poterlo sottoporre a test per un uso ospedaliero, che sarà effettuato in futuro dopo aver superato numerose procedure necessarie al compimento.

Un ultimo settore di interesse è stato lo sviluppo di una liea di ricerca separata per la realizzazione di un esoscheletro, a impedenza variabile, del ginocchio.



### Haptic and VR Technology

Nel corso dell'esercizio l'area dedicata alla realtà virtuale (VR) è stata sottodimensionata a seguito dei risultati che si sono rivelati al di sotto delle aspettative; questa transizione è stata compensata dai progressi registrati nello sviluppo delle tecnologie aptiche (haptic). Nel corso dell'esercizio il gruppo di ricercatori si è aggiudicato un finanziamento dedicato allo sviluppo di tecnologie aptiche indossabili e sono stati portati avanti diversi progetti di ricerca tra cui un esoscheletro aptico del gomito.



3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

---

#### 4.2.4 NBT - NSYN



A partire dal 2012 il dipartimento di NBT è stato riorganizzato in due aree, Synaptic Neuroscience (NSYN) e Neurotechnologies (NTECH).

Il gruppo "Synaptic Neuroscience" ha realizzato le seguenti attività sintetizzate per aree di interesse:

##### Neural interfaces

**Photovoltaic polymers and artificial retina.** L'obiettivo di questo progetto è verificare un approccio basato su uno strumento assimilabile a protesi impiantabile per il trattamento di disturbi genetici che affliggono la retina. Siamo stati in grado di dimostrare che è possibile coltivare neuroni primari su uno strato di polimero organico fotovoltaico senza alterare le proprietà fotofisiche del materiale attivo o la sopravvivenza e la funzione della rete neuronale.

**Optogenetic modulation of neural activity.** Lavori di progettazione e realizzazione di sensori e sonde innovativi optogenetiche.

**Study of neurocompatibility of implantable devices.** Questa attività copre diversi progetti di ricerca e mira alla realizzazione di strumenti impiantabili e a verificare la loro compatibilità con l'attività neuronale. In un primo caso sono stati realizzati dei sostrati *nanopatterned* super idrofobici (SH) come impalcature biologiche su cui eseguire coltura neuronale e rigenerazione. I test hanno permesso di individuare dei candidati molto promettenti per eseguire ricrescita neuronale post trauma. Un secondo tema è rivolto alla realizzazione di un'interfaccia efficace tra il tessuto cerebrale e elettrodi per attività di stimolazione e registrazione. A questo fine è stato realizzato uno strumento in grado di replicare le caratteristiche dell'ambiente ospite per ridurre le riposte negative.

**Neurorobotics and Neurobiology of the Octopus arm.** Questa linea di ricerca ha eseguito studi biofisici di tutto l'arto per valutare le conseguenze tra forze longitudinali vs trasversali in presenza di stimolazione elettrica del muscolo e ne ha ricostruito il movimento.

**New devices for in utero electroporation.** È stato sviluppata una configurazione di elettroporazione capace di interessare diverse aree cerebrali in utero mediante modulazione temporale di un vettore di multi elettrodi.

##### Mechanisms of synaptic plasticity and synaptic computation

**Presynaptic regulation of excitability, synaptic transmission and synaptic plasticity.** La ricerca si è concentrata sul ruolo delle proteine presinaptiche e la loro eterogeneità nella definizione delle proprietà funzionali delle sinapsi centrali e le risposte plastiche a stimoli ambientali. Numerosi campi di indagine hanno interessato il 2012 indagando il ruolo dell'ATP e la plasticità omeostatica.

**Cell adhesion molecules, extracellular matrix and synaptic functions.** Questo campo è soggetto a intensa attività sperimentale che ha permesso di isolare un meccanismo sottostante alla regolazione della funzione sinaptica da parte delle interazioni sinaptiche.

**High resolution studies of postsynaptic GABA receptors.** Sfruttando tecniche ottiche o di immagine all'avanguardia combinate con elettrofisiologia, biologia molecolare e manipolazioni *in vivo* è stato portato avanti uno studio focalizzato sulla trasmissione di inibitori di sinapsi con risoluzione spaziale e temporale. Questo ha permesso di isolare un meccanismo molecolare di potenziamento di inibitori di sinapsi, mentre una seconda linea di ricerca ha permesso di isolare i fattori di regolazione dell'espressione dei recettori GABA.

**Synaptic organization of the striatum and its role in the pathophysiology of action control.** Questa ricerca è focalizzata sull'organizzazione sinaptica dei gangli basali e in particolare dei microcircuiti GABAergicici dello striato e il ruolo che ricoprono in disturbi quali il morbo di parkinson. In questo ambito sono stati fatti interessanti passi avanti sui meccanismi di elaborazione dell'informazione dei striati.

**Intracellular determinants of neuronal migration.** Sono stati studiati i determinanti intracellulari e extracellulari della migrazione neuronale e maturazione morfologica, con particolare attenzione sulla polarizzazione neuronale e la conseguente intelaiatura corticale.

## Pathogenesis of brain diseases

In questa area sono stati dedicati studi a tre settori seguenti:

**Synapsyn gene** *sas a common genetic basis for epilepsy, autism (ASD) and mental retardation (MR).* Numerose mutazioni chesi verificano in SYN\ sono state associate a epilessia, ASD e MR. Per chiarire il legame tra i geni Syn e l'espressione dei fenotipi patogeni è stato analizzato il comportamento sociale e le capacità comunicazionali su cavie SYN K0 riscontrando un'elevata incidenza di deficit, elevando a modelli di rappresentazione dei disturbi.

**Role of cortical interneurons in the generation of epileptic paroxysms** *Endocannabinoid-mediated signalling in Parkinsons disease.* Il PD è caratterizzato da sinotmi motori tra cui rigidità e tremore. Per isolare delle strategie terapeutiche innovative è stato posto sotto indagine come alterazioni nella produzione di eCB ristabilisca le disfunzioni sinaptiche e motorie associate al PD.



3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

#### 4.2.5 NBT - NTECH



Il gruppo di Neurotechnology del dipartimento NBT è organizzato attribuendo autonomia e responsabilizzazione ai 10 gruppi di ricerca, ciascuno condotto in modo indipendente da un Team Leader – Principal Investigator (PI). Ciascun PI del gruppo gestisce le proprie strutture di laboratorio e risorse, mantenendo una forte interattività dei laboratori grazie anche a numerosi progetti congiunti, pubblicazioni a più firme e collaborazioni con il resto di NBT e con altri dipartimenti e centri di IIT.

Di seguito, PI per PI, una descrizione dei campi di indagine.

1. il TL Luca Berdondini e il suo gruppo sono interessati all'implementazione di strumenti innovativi basati su circuiti integrati per stabilire connessioni dirette con il cervello e allo sviluppo di metodologie sperimentali e computazionali da utilizzare con i MEA (high density Multi Electrode Array - strumento che contiene un gran numero di piastre attraverso i quali segnali neuronalni sono generati o trasmessi, agendo in sostanza da interfacce neuronalni che connettono i neuroni a circuiti elettronici). L'attività si rivolge a introdurre innovazioni di tipo tecnico, e.g. sviluppo di tecniche di adattamenti successivi per crescere elettrodi in platino sui MEA, sviluppo di stimolazioni elettriche su on-chip, sviluppo di MEA tridimensionali, sviluppo e controllo di software e hardware, metodi di analisi, sviluppo di tecniche di generazione, manipolazione e studio di immagini (*imaging*) per co-localizzare culture neuronalni e MEA. Il secondo campo di lavoro riguarda la sperimentazione che include la caratterizzazione dell'attività sinaptica neuronale, ricavare il ruolo di particolari tipi di cellule all'interno della dinamica di un'intera rete di connessioni, caratterizzazione di raggruppamenti neuronalni a partire dai profili spazio-temporali di risposte derivate in reti neuronalni di larga scala. Il lab ha infine iniziato le attività per l'inserimento dei dispositivi *in vivo*,
2. il gruppo del TL Axel Blau si concentra: sulla verifica *in vitro* e *in vivo* di MEA a basso costo, interamente privi di metallo e costruiti interamente con polimeri flessibili;
  - generazione di sostrati  $\mu$ -textured sia biochimicamente che topologicamente mediante particolare tecnica di litografia (soft lithography)
  - microfluidica e manipolazione mediante laser di sostrati per pilotare l'interconnettività e favorire l'adesione di cellule;
  - differenziazione e rigenerazione neurale, nonché applicazione e sfruttamento di pinzette ottiche e microdissezione mediante laser in studi di rigenerazione e attività di reti neuronalni
  - progettazione, ottimizzazione e verifica di metodologie per la coltura neuronale su MEA
3. il gruppo del TL Evelina Chiaregatti è dedicato allo studio dei deficit sinaptici indotti dalle proteine alpha-synuclein e beta amyloid; queste ultime sono attive nella patogenesi di disordini di tipo neurodegenerativo. I progetti includono la caratterizzazione dei recettori per alpha-synuclein sulla superficie neuronale e del canale attivato come conseguenza della loro interazione, analisi dell'effetto della proteina alpha-synuclein sull'omeostasi neuronale del calcio, la caratterizzazione degli effetti della beta amyloid sulle dinamiche citoscheletriche dei neuroni nonché l'indagine del ruolo dell'alpha-synuclein nell'elongazione, la guida e la rigenerazione dell'assone a seguito di trauma.
4. il gruppo del TL Davide di Pietri Tonelli si dedica ad alcuni aspetti della neurogenesi, la formazione di reti neurali e la loro funzione, specialmente il ruolo del micro RNA (miRNA). Nel corso del 2012 sono stati portati avanti studi di identificazione e di miRNA e di target coinvolti nella neurogenesi, fino a investigare il ruolo di miRNA nella fisiopatologia di disordini cognitivi
5. il gruppo del TL Tommaso Fellin ha dedicato ampia attenzione allo sviluppo di metodi ottici per testare la funzione neocorticale e impiegato questa tecnica per esaminare la microcircuitazione della corteccia. Il lavoro ha incluso lo sviluppo di particolari tecniche di microscopia a 2 fotoni, con successo.
6. il gruppo della TL Laura Gasparini ha una prolungata attività sui disturbi degenerativi cerebrali, come l'alzheimer, tipicamente contrassegnato da aggregati anomali di proteine. Nel corso del 2012 sono stati segnati alcuni successi sperimentali su modelli animali.



7. il gruppo del TL Paolo Medini è dedicato all'indagine della circuitazione sottostante i processi cerebrali, usando come modello la microcircuitazione sinaptica che soggiace all'integrazione multisensoriale nella corteccia.
8. il gruppo del TL Francesco Papaleo ha continuato il suo lavoro sulle modificazioni genetiche collegate alla schizofrenia e altre anomalie cognitive usando come banco di indagine campioni recanti mutazioni nei geni responsabili della suscettibilità alla schizofrenia. Oltre allo studio cellulare questo lavoro ha comportato lo sviluppo di un sistema di analisi comportamentale delle cavie per individuare macro segnali di schizofrenia.
9. il gruppo della TL Maria Pennuto ha continuato attività sulle modificazioni post-translazionali che soggiacciono la tossicità di proteine coinvolte nei disordini neurodegenerativi e neuromuscolari, con un'attenzione verso lo sviluppo di approcci terapeutici.
10. il gruppo del TL Valter Tucci è focalizzato sui meccanismi genetici e epigenetici sottostanti il comportamento, usando modelli animali e uno spettro ampio di approcci comportamentali, molecolari e neurofisiologici.
11. Lavoro supplementare è stato svolto dalla post-doc Michela Chiappalone e il suo gruppo, forte di fondi esterni e finalizzato allo sviluppo di sistemi robotici controllati da reti neuronali coltivate in vitro, lo sviluppo di interfacce cervello macchina per collegare funzioni danneggiate e infine lo sviluppo di metodi computazionali per l'analisi in tempo reale di attività neuronale su reti neuronali di grande scala.

#### 4.2.6 D3



Il dipartimento D3 è dedicato a attività di ricerca finalizzate alla scoperta di farmaci capaci di aggredire l'essenza dei disturbi che affliggono la società contemporanea

D3 ha adottato un'organizzazione a matrice le cui righe sono costituite dai progetti di ricerca finalizzati a individuare un farmaco, mentre le colonne sono le attività, denominate *functions*, necessarie al loro raggiungimento. I progetti a loro volta sono differenziati in due categorie: i *Discovery and Development projects* mirano su specifici obiettivi terapeutici, mentre gli *enabling projects* mirano alla creazione di strumenti e strategie per la scoperta di farmaci. Le attività inoltre contano sulla presenza di due commissioni, il *strategic board* e il *scientific advisory board*, composti da personalità di rilievo del mondo accademico e della comunità scientifica.

Le Functions sono:

Medical Chemistry, Analytical and NMR Discovery

Questa funzione supporta ogni aspetto di chimica analitica e di sintesi. I composti chimici interessanti (*chemical hits*) identificati con diverse metodologie sono gradualmente migliorati fino a diventare composti 'lead'. Questi a loro volta vengono ottimizzati attraverso un processo iterativo con lo scopo finale di isolare dei candidati per lo sviluppo clinico.

Computational Chemistry and Structural Biophysics

Questa funzione raccoglie due compiti fondamentali: sviluppare e applicare approcci computazionali d'avanguardia per accelerare la scoperta di potenziali farmaci e, in secondo luogo, usare i processi di cristallografia a raggi X e altre tecniche biofisiche per caratterizzare obiettivi d'interesse e migliorare l'efficienza dell'ottimizzazione che porta i composti *hit* a divenire *lead compound*.

Pharmacology

Questa funzione mette a disposizione di ogni progetto le competenze di biologia e farmacologia che sono necessarie all'avanzamento di ogni attività. Le attività tipiche includono: la validazione di obiettivi di interesse su sistemi cellulari e su modelli così come lo sviluppo e l'implementazione di test per sessioni di monitoraggi automatizzati. Questa funzione inoltre isola il meccanismo di funzionamento dei *lead compound*, ne caratterizza il potenziale terapeutico e ne stabilisce il profilo di sicurezza.

3-85 Relazione sulla gestione

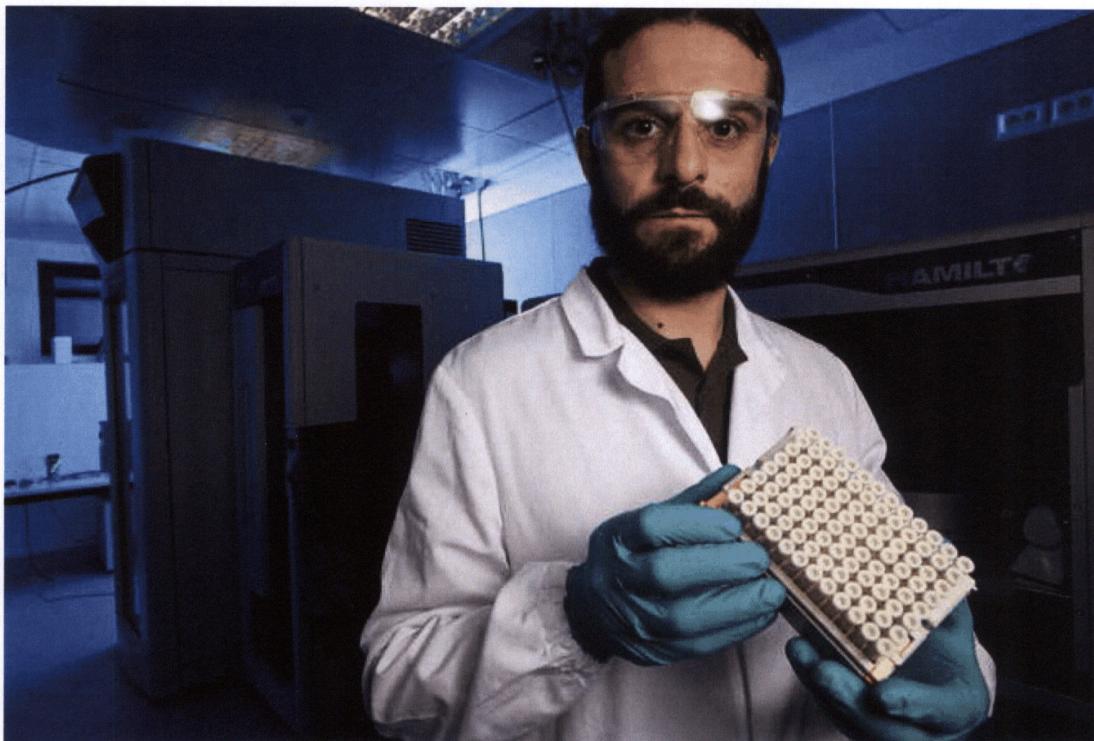
88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

Segue



I Discovery and enabling projects attualmente in corso sono:

**Topical NAAA Inhibitors.** Il corpo produce naturalmente una famiglia di messaggeri lipidici, chiamati etanolammidi di acidi grassi, dotati di efficace effetto analgesico e anti infiammatorio. Queste sostanze sono a loro volta neutralizzate da un enzima intracellulare denominato NAAA (N-acylethanolamine acido amidasi). Le attività di ricerca sono condotte per individuare gli inibitori di NAAA e tra questi è stata isolata al D3, in collaborazione con altri istituti di ricerca, una classe di inibitori che si rivela efficace per la riduzione delle infiammazioni cutanee o dermatiti. Questi composti sono annoverabili al rango di *soft drugs*, ossia sono rapidamente smaltiti al termine della loro azione e sono eccellenti candidati per il trattamento topico di patologie infiammatorie della pelle come la dermatite atopica.

**Peripheral FAAH Inhibitors.** L'anandamide è una sostanza naturale, assimilabile ai cannabinoidi che viene prodotta in tessuti lesi e attiva recettori specializzati sui terminali sensitivi del dolore, chiamati recettori dei cannabinoidi, che impediscono la trasmissione di segnali di dolore al cervello. L'attività di ricerca condotta con altri istituti internazionali ha consentito di identificare i composti che bloccano selettivamente la degradazione dell'anandamide, causata da un enzima denominato FAAH, al di fuori del cervello. In tal modo questi composti producono profondi effetti analgesici. L'aspetto interessante è che questi composti hanno azioni antidolorifiche uguali o superiori a quelle di analgesici attivi centralmente come morfina senza interagire con il cervello e il midollo spinale. A causa della loro notevole efficacia e il per il loro favorevole profilo di sicurezza, questi composti sono state portati a uno sviluppo preclinico per trattare il dolore post-operatorio.

**Global FAAH Inhibitors.** L'inibizione della degradazione dell'anandamide, una sostanza prodotta naturalmente e assimilabile ai cannabinoidi, favorisce l'azione intrinseca di questo neurotrasmettore su un sottoinsieme di recettori che sono normalmente coinvolti nel controllo del dolore e di stati emotivi. Le attività di ricerca sono rivolte all'ottimizzazione di inibitori dell'enzima FAAH, responsabile della degradazione dell'anandamide, che agiscano nei confronti di disturbi che affliggono il sistema nervoso centrale, quali la dipendenza da nicotina e i

disturbi post traumatico da stress, come suggerito da test preclinici sul ruolo dell'anandamide.

**Orally active NAAA Inhibitors.** Nell'ambito della stessa ricerca condotta per gli inibitori dell'enzima NAAA per uso topico, sono state scoperte e caratterizzate diverse classi di inibitori NAAA potenti e selettivi. Una classe di inibitori individuata è attiva per via orale e ha rilevato proprietà anti-infiammatorie in modelli di infiammazione sistemica. Questi composti sono attualmente in fase di ottimizzazione con l'obiettivo di sviluppare nuovi agenti terapeutici che possono potenzialmente essere utilizzate nei confronti di numerosi afflizioni, quali la malattia polmonare ostruttiva cronica (COPD), sclerosi multipla e altre condizioni infiammatorie tipiche dell'essere umano.

**Dual NMDA/AChE Inhibitors.** La natura multiforme dell'Alzheimer richiede approcci innovativi per la scoperta di nuovi farmaci sicuri ed efficaci. L'obiettivo di questo progetto è quello di identificare degli inibitori dell'acetilcolinesterasi (AChE) e dei canali extrasinaptici del recettore NMDA come candidati per la terapia di Alzheimer. Evidenze precliniche e cliniche suggeriscono che tali composti possano interagire in sinergia per migliorare i processi cognitivi. Su questo filone sono stati identificati una prima serie di *chemical hits* in questa classe e stiamo utilizzando metodi di calcolo e analisi di relazione struttura-attività classiche per portarli a livello di candidati preclinici.

**AC Inhibitors.** Il frequente riscontro di *Acid ceramidase* (AC) in presenza di numerosi tumori ne suggerisce un ruolo nella resistenza delle cellule tumorali a agenti chemioterapici. Gli attuali inibitori dell'AC tuttavia non hanno sufficiente potenza né hanno le caratteristiche tipiche dei farmaci per verificare i limiti e l'esattezza di questa ipotesi. Le attività di ricerca hanno portato alla luce dei nuovi composti chimici che sono eccellenti candidati come inibitori dell'attività dell'AC. Questi composti, che agiscono in sinergia con i tipici farmaci antitumorali per bloccare la proliferazione delle cellule del cancro, possono essere utilizzate come punti di partenza per nuovi agenti che favoriscono l'azione dei chemioterapici.

**Dual FAAH/COX Inhibitors.** Test preclinici suggeriscono che l'azione combinata dell'inibitore del FAAH e dell'inibitore del COX, porta a effetti analgesici superiori per efficacia abbinati a minori effetti collaterali. Sono stati di conseguenza utilizzati metodi computazionali e biofisici per scoprire inibitori multi-target FAAH/COX con potenziali applicazioni per il cancro del colon e l'infiammazione cronica. Due classi distinte di FAAH / COX bloccanti sono stati identificati e sono attualmente sottoposti a ulteriore indagine chimica e farmacologica.

L'attività del 2012 è stata particolarmente intensa e ha comportato la pubblicazione di 8 brevetti. Il lavoro inoltre originato più di 40 pubblicazioni scientifiche su International Journal, oltre alle consuete partecipazioni a seminari e convegni.

A settembre 2012, D3 ha avuto la *site visit* di un'apposita commissione del Comitato Tecnico Scientifico che ha dato indicazioni sull'attività di ricerca e sulle strategie future.

D3 infine è coinvolto nel progetto LIBRA, iniziato nel 2010 con lo scopo di costruire una libreria di composti chimici per la scoperta farmaco, raccogliendo al suo interno i composti realizzati nei laboratori di chimica medicinale e chimica organica delle università.

#### 4.2.7 NACH



La facility di Nanochimica sviluppa competenze allo stato dell'arte, nell'ambito della chimica, volte alla fabbricazione di nano-strutture e alla loro organizzazione in architetture auto assemblate in grado di coprire diverse scale di grandezza, dal livello molecolare fino alla macroscala, per tutta una serie di applicazioni avanzate. Per il perseguitamento dei suoi obiettivi, NACH è organizzata in due macro aree, la prima dedicata alla microscopia elettronica, mentre la seconda è dedicata alla chimica avanzata e scienze dei materiali; le competenze della facility spaziano dal fornire in maniera trasversale il migliore supporto possibile alle attività di ricerca dei vari dipartimenti dell'IIT, allo sviluppo di temi di ricerca autonomi, come appunto l'individuazione di nuove strategie di sintesi e di assemblaggio di nanostrutture capaci di dar luogo a varie tipologie di architetture di nanoparticelle, la scoperta di nuove proprietà collettive che si originano da tali assemblati, e lo sfruttamento di queste proprietà in un'ampia gamma di applicazioni (ad esempio in applicazioni relazionate al settore energetico e nel biomedicale).

3-85 Relazione sulla gestione

88-91 Schemi di Bilancio

94-135 Nota Integrativa

135 Allegati

## 4. Dettaglio dell'attività scientifica

### Segue

Di seguito si riporta una breve sintesi delle attività svolte nel corso del 2012, suddivise per progetti di ricerca:

**Synthesis and functionalization of colloidal nanocrystals and films of nanocrystals**

La capacità di poter controllare la forma è di fondamentale importanza per le applicazioni fotoniche, in quanto ne influenza fortemente il punto di assorbimento quantistico e le proprietà di emissione. Nel corso dell'esercizio è stato possibile preparare dei quantum dots di forma discoidale per i quali è stato effettuato il confronto con analoghi sferici e oblati, tutti con confinamento 0-dimensionale. Sul medesimo filone sono stati sintetizzati *nanosheets* in



CdSe, con proprietà di confinamento bidimensionale della funzione d'onda d'eccitone. Questi materiali sono interessanti per la loro *oscillator strength* particolarmente forte.

Per poter fare uso su larga scala di quantum dots colloidali su celle solari, è stato predisposto un protocollo per preparare nanocristalli idrosolubili, coronati esclusivamente da ligandi corti in idrossile. Questi permettono un contatto ravvicinato tra elementi contigui e un trasporto di carica efficiente lungo tutta la cella. È stata inoltre progettata una pila di celle solari, adatta per il fotovoltaico a base di quantum-dot, il cui strato attivo è composto da quantum dots in PbS e per i quali è in via di sviluppo una tecnica di deposizione a spray.

**Mechanical properties of self-assembled superstructures**

Uno dei parametri chiave nella progettazione di dispositivi elastici è la conoscenza e la comprensione delle proprietà meccaniche delle *superstructures*, un aspetto che è ulteriormente rafforzato se si considerano la debolezza delle forze coinvolte nel meccanismo di formazione delle strutture. L'uso di ADM e FIB ha permesso inoltre di scavalcare gli ostacoli sperimentali che emergono dal trattare le piccole dimensioni dei campioni di superstrutture basate sul cadmio e sul rame e permettere di effettuare i *nanocompression tests* per valutare la risposta elastica di queste *superstructures*.

**Photophysics of colloidal nanocrystal**

Sono stati eseguiti numerose attività sperimentali volte a mostrare le proprietà ottiche dei nanocristalli colloidali: è stato dimostrato l'assorbimento di due fotni in CdSe/CdS *quantum rod*; sono stati analizzati i processi di trasferimento energetico nei CdSE/CdS *quantum dot bilayers*; sono stati effettuati studi di proprietà ottiche di numerosi nanocristalli (AU-FeOx; Au2Cd-CdSe; Au-CdSe; CdSe-CdS; Cu-In-Zn-S).

**Nanomaterials for catalysis**

È stato allestito il laboratorio di catalisi, reso funzionale in questo esercizio e equipaggiato di due *flow reactor* da laboratorio connessi a strumenti di analisi capaci di effettuare sul momento l'analisi delle strutture gassose emesso. Il laboratorio è inoltre equipaggiato di uno spettrofotometro in trasformata di Fourier collegato alla camera di reazione ad alta temperatura, connesso a sua volta a un analizzatore di massa a quadrupolo per permettere lo studio di processi catalitici *in situ*. L'attività di analisi su diversi sistemi catalitici è così avviata con successo.