

Nel corso dell'esercizio il flusso di pubblicazioni si è mantenuto ai livelli dell'esercizio precedente, essendo stati pubblicati circa 141 articoli di cui 57 su riviste internazionali.

Sono state inoltre depositate tre richieste di brevetto e è stata richiesta l'estensione internazionale per due richieste depositate nell'esercizio precedente.

L'attività è stata inoltre descritta in modo ampio, grazie alla presenza dei ricercatori di RBCS in convegni scientifici, seminari, esibizioni.

Con l'avvio del nuovo esercizio, RBCS è attivo in 16 progetti finanziati da esterni. RBCS è coinvolto in attività che mirano la produzione di prototipi di robot ad alto contenuto tecnologico e di componenti per diversi istituti di ricerca. La piattaforma iCub è ora la piattaforma Europea di riferimento per la ricerca umanoide cognitiva; un interesse industriale crescente è stato portato avanti per alcune delle tecnologie sviluppate appositamente per iCub, tra cui per esempio il sensore di forza e torsione, la pelle artificiale, il sistema integrato per la testa e il braccio e l'architettura software YARP.

4.2.2 ADVR

Il Dipartimento di Advanced Robotics si focalizza su un approccio innovativo e multidisciplinare alla progettazione robotica, agli strumenti cognitivi e di controllo e allo sviluppo di componenti robotici innovativi e di tecnologie supporto. La filosofia sottostante consiste nell'impiegare le migliori tecnologie che l'ingegneria può produrre come cerniera per coniugare dei principi come velocità, robustezza, precisione e resistenza, con concetti derivati dalla biologia, quali ad esempio la morbidezza, la sicurezza e la "compliance" (cedevolezza intrinseca nelle articolazioni in presenza di un'opposizione esterna al naturale movimento). Questa combinazione sinergica porterà alla realizzazione di soluzioni avanzate in termini di meccanismi robotici, strutture e materiali, sistemi di attuazione, sorgenti di energia, batterie, sviluppo del movimento, realizzazione del movimento, procedure di pianificazione di esecuzione, tecnologie dedicate alle interfacce e all'interazione, sensoristica, sistemi intelligenti, strutture di controllo e capacità di apprendimento.

L'attività è suddivisa in quattro aree, delle quali si riporta una breve sintesi che enumera le attività svolte nel corso del 2011.

Humanoid Technologies

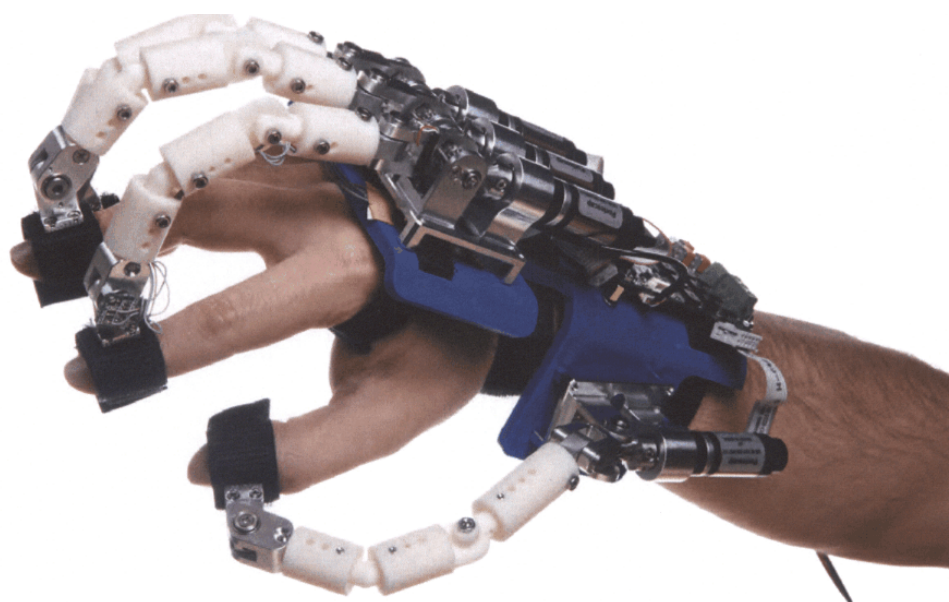
Quest'area racchiude tutti gli aspetti legati alla realizzazione della robotica umanoide e lo sviluppo delle tecnologie di base e dei componenti, con un particolare impegno nei confronti del nuovo robot umanoide compliant "COMAN". Gli sforzi sono particolarmente legati a migliorare gli attuatori - portando allo sviluppo di nuovi sistemi per i quali è stata fatta richiesta di deposito di brevetto (AwASI, II e III, CompAct, VPDA) - che renderanno possibile l'interazione, secondo dei paradigmi di sicurezza, tra gli esseri umani e i robot, perché questi ultimi sono in grado di assorbire gli urti e di immagazzinare l'energia cinetica in modo più efficiente e controllato. Per COMAN sono stati sviluppati degli appositi algoritmi dedicati al movimento che ne dimostrano capacità uniche nel camminare in modo dinamico e in modo statico, nel mantenere l'equilibrio anche se sottoposto a disturbi (assorbendo spinte o urti generici) e nel oltrepassare dislivelli, anche instabili, in tutte le direzioni.

Nell'ambito di quest'area è stata sviluppata una strategia che mira a "insegnare" alcune capacità mediante tecniche specifiche come l'imitazione e l'apprendimento per rinforzo. Quest'area porta a un modello di programmazione innovativo e più naturale; il robot è portato a osservare e di conseguenza a imparare, usando diversi metodi. Con questo approccio è stato "insegnato" a robot a girare frittelle con una padella, a assemblare un tavolo o a camminare in modo efficiente (per COMAN ha portato a un risparmio energetico del 18% e una deambulazione più naturale).

Biomimetic technologies

Quest'area è dedicata allo sviluppo di sistemi robotici di ispirazione biologica, ancorché non umana. Il quadrupede a motori idraulici (HyQ) ne costituisce l'anima, con una particolare attenzione alla progettazione meccanica, ai sistemi di controllo, alla deambulazione, alla pianificazione e verifica dei principi operativi. I test operativi che sono stati effettuati sono: passo statico (passi volutamente rallentati), diverse andature (al passo, al trotto lento e al trotto veloce) fino a raggiungere gli 8 km/h, salto su posto, e cadute controllate (reazione

4. Dettaglio dell'attività scientifica Continua



all'impatto). Le ultime caratteristiche includono una capacità dinamica potenziata, che permette di controllare la torsione e di conseguenza una compliance modulabile, caratteristica unica innovativa sistemi idraulici. Nel complesso, COMAN e HyQ costituiscono capacità di riferimento su cui confrontare possibili soluzioni robotiche di deambulazione.

Nell'ambito delle tecnologie d'ispirazione biologica è stato realizzato un robot dall'armatura morbida e continua, altamente flessibile. Questo progetto estende i concetti di continuità ai sistemi a più pezzi (attualmente sono state realizzate quattro braccia) e modelli fortemente continui per simulazioni e controllo.

Biomedical Technologies

Quest'area è stata realizzata partendo dalle competenze avanzate, già esistenti nel dipartimento, nel campo della micromanipolazione e delle interfacce uomo/robot per il controllo e le interazioni su scala micrometrica. Le applicazioni sono state al settore delle microiniezione a cellule, dapprima manuali poi semi-automatizzate fino alla completa automatizzazione su una scala dei 10-100 micrometri. Un secondo campo di applicazione è stato quello della phonomicrosurgery (chirurgia di precisione applicata alle corde vocali). Con un approccio di più ampio raggio rivolto agli studi biomedici, è stato realizzato uno strumento per la riabilitazione della caviglia (ARBOT) un esoscheletro per il ginocchio con impedenza variabile regolata, un'interfaccia aptica per facilitare l'interazione con il computer a pazienti che soffrono di atassia e un sistema di intervento in radiologia per controlli che richiedono punture.

Haptic Technologies

Quest'area prevede lo sviluppo di strumentazione innovativa e di metodologie per valutare la manipolazione manuale dell'uomo. Questa ricerca verte su uno studio della mano e delle dita con lo scopo di realizzare strumenti dotati di elevata capacità di manipolazione e di sensibilità in comunicazione continua con un utilizzatore reale o virtuale. I risultati più recenti e interessanti includono lo sviluppo di un oggetto completamente sensorizzato e riconfigurabile che può essere usato per analizzare e modellare le capacità manipolative delle dita umane. Nel corso dell'esercizio ADVR ha consolidato le proprie operazioni, aumentando il numero di risorse dedicate alla ricerca fino a 90 unità, con una forte spinta nel prossimo esercizio per progetti finanziati esternamente. Il Dipartimento partecipa a numerosi progetti finanziati esternamente con istituzioni di prim'ordine, con le quali collabora anche per la realizzazione di prototipi.

4.2.3 NBT

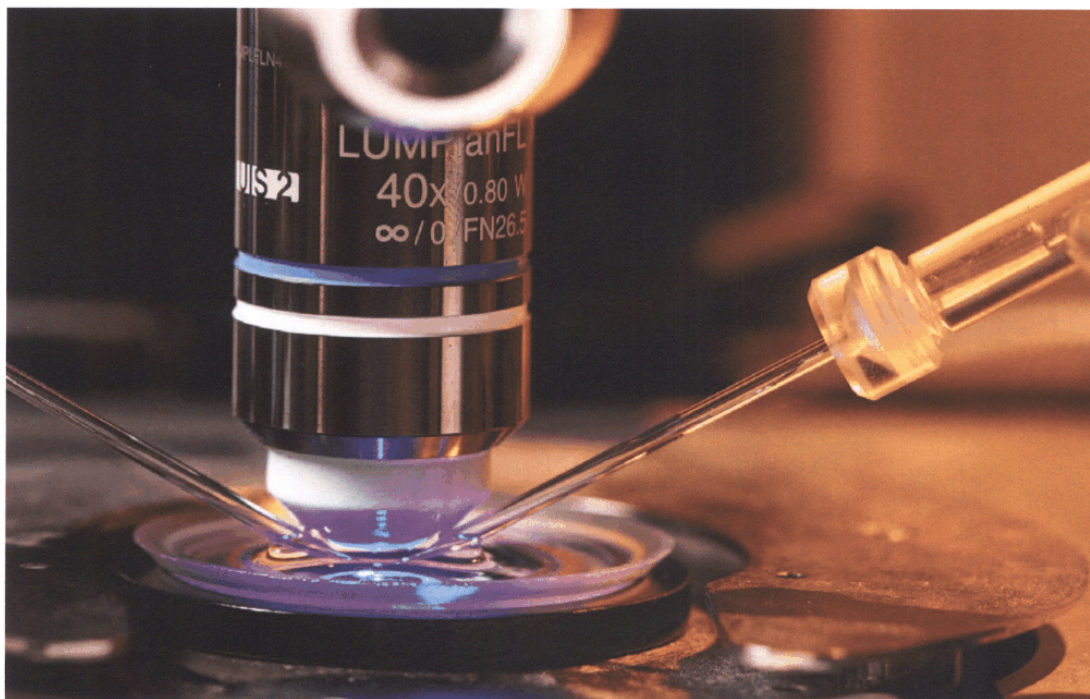
Il dipartimento di Neuroscience and Brain Technologies ha sviluppato dalla sua nascita un ampio numero di linee di ricerca che possono essere raggruppate in 4 macro aree di cui di seguito si riporta una breve descrizione, con i principali eventi che hanno contraddistinto l'esercizio appena concluso.

Meccanismi molecolari della plasticità sinaptica e della neurocomputazione

I progetti di ricerca di quest'area mirano a individuare i meccanismi molecolari che si trovano alla base della plasticità sinaptica e sono di conseguenza i primi responsabili delle capacità computazionali che derivano dall'attività neuronale. La ricerca è strutturata su vari filoni che approfondiscono: (i) i determinanti molecolari sottostanti allo sviluppo della circuitazione corticale; (ii) i meccanismi epigenetici di regolazione della plasticità omeostatica; (iii) il ruolo delle proteine presinaptiche e postsinaptiche nel bilancio eccitazione-inibizione a livello corticale; (iv) il ruolo della matrice extracellulare nella trasmissione e plasticità sinaptica; (vi) la riprogrammazione genetica di cellule adulte somatiche in neuroni funzionali, nella prospettiva di mettere a punto strategie terapeutiche per l'epilessia e il morbo di Parkinson.

Neurofisiologia in vivo, plasticità e comportamento

Quest'area raccoglie i progetti di ricerca che mirano all'analisi e comprensione del funzionamento delle reti neuronali e della capacità di queste di adattarsi nel tempo. I principali temi seguiti sono stati: (i) identificazione di regolatori chiave della polarizzazione neuronale; (ii) sviluppo di un microscopio a due fotoni olografico per monitorare l'attività delle reti cellulari con un'elevata risoluzione spaziale e temporale; (iii) meccanismi della plasticità dei circuiti corticali dipendenti dall'esperienza; (iv) meccanismi che regolano la connettività funzionale tra la corteccia e le zone sub-corticali, proponendo interessanti spiegazioni sui meccanismi che regolano il comportamento motivato dal raggiungimento di un successo; (v) ruolo funzionale del sonno nei processi cognitivi, mediante l'identificazione di obiettivi genomici e epigenomici; (vi) ruolo delle monoamine (come la dopamina) quali regolatori del comportamento e dell'attività motoria.



4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

Meccanismi e indicatori precoci di disfunzioni cerebrali

Quest'area include i progetti volti ad approfondire i meccanismi responsabili di numerose malattie del sistema nervoso centrale, con lo scopo di individuare indicatori precoci dell'insorgere di tali disturbi e nuovi bersagli terapeutici. L'attività si è rivolta a chiarire: (i) i cambiamenti funzionali e molecolari tipici negli stadi iniziali del morbo di Alzheimer e altri disturbi cerebrali entrambi caratterizzati dall'accumulo intraneuronale di specifiche proteine; (ii) i determinanti concorrenti all'insorgere delle cosiddette "malattie da espansione di triplette", di cui è ad oggi noto il meccanismo principale ma non ne è del tutto chiarita la patogenesi; (iii) il ruolo di specifici peptidi nell'induzione di patologie quali le malattie di Parkinson e Alzheimer; (iv) le basi genetiche di schizofrenia e autismo, partendo da analisi comportamentali fino ad una caratterizzazione a livello cellulare e molecolare.

Neurotecnologie

Quest'area infine raccoglie i ricercatori coinvolti nel perseguimento di progetti ad alto contenuto tecnologico. L'attività svolta ha permesso di attivare tre aree di attività rivolte a (i) realizzare dispositivi neuro-elettronici in grado di coprire diversi ordini di grandezza temporale e spaziale per analizzare la trasmissione di segnali a livello neuronale; (ii) l'integrazione tra materiale funzionale artificiale e tessuti neuronali vivi; (iii) sviluppare tecnologie rivolte all'attività di estrazione e simulazione dei determinanti dell'attività neuronale.

Il dipartimento ha raggiunto la configurazione ideale e consta di più di 100 unità, tra ricercatori, tecnici, dottorandi e supporto amministrativo interno e può contare, sin dal 2009, su una delle più importanti strutture dedicate alla neuroscienze in Europa. Al suo interno sono presenti strutture per elettrofisiologia, neurobiologia molecolare e cellulare e neurotecnologie.

I ricercatori del dipartimento hanno partecipato alle maggiori conferenze del settore delle neuroscienze; sono inoltre attive numerose collaborazioni con gruppi di ricerca nazionali e internazionali. Con l'approvazione del piano scientifico, l'insieme delle attività di ricerca è stato potenziato, come descritto al paragrafo 5.1.3.

4.2.4 D3

I più importanti traguardi raggiunti dal dipartimento D3 nel biennio 2010-2011 sono i seguenti: (i) è stato completato il processo di reclutamento dello staff scientifico; (ii) le strutture dedicate alla ricerca – a valle dell'inaugurazione di aprile 2010 - sono state rese funzionali al 100%; (iii) sono stati fatti sostanziali progressi in due Preclinic development projects (progetti di sviluppo preclinico), 5 early discovery projects (progetti di scoperta promettente) e numerosi enabling projects computazionali. Queste attività si sono concretizzate in più di 100 pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali (peer reviewed) e quattro brevetti depositati.

Una breve descrizione dei progetti di ricerca è riportata di seguito. Si sottolinea che tutti i progetti di D3 sono portati avanti per raggiungere specifici obiettivi e traguardi parziali, quali ad esempio elaborare un promettente composto chimico individuato (hit) in un progetto finale da perseguire (lead) o definire un possibile obiettivo di un particolare disturbo; tutti i progetti inoltre hanno un project leader (PL). L'obiettivo finale di tutti i progetti è, in ultima istanza, identificare uno o più composti idonei per lo sviluppo pre-clinico e la successiva analisi clinica.



Preclinic development projects

- Sviluppo del composto ARN077, il primo inibitore dell'enzima NAAA per il trattamento topico dei processi di infiammazione cutanea. NAAA è un enzima che idrolizza di preferenza i FAE (fatty acid ethanolamides) una famiglia di mediatori lipidici che hanno effetti anti-infiammatori. Stimoli di natura infiammatoria abbassano i livelli di FAE nei tessuti; per esempio, pazienti afflitti da artrite reumatoide e osteoartrite hanno un livello di FAE notevolmente basso nel liquido sinoviale. Nel 2009 un articolo di ricercatori del D3 ha dimostrato che gli inibitori di NAAA normalizzano i livelli di FAE in celle infiammatorie attivate e arginano, nel tessuto connettivo, reazioni di agenti pro-infiammatori. Gli inibitori NAAA possono di conseguenza costituire una nuova classe di farmaci anti-infiammatori, che agiscono come stabilizzatori dei livelli endogeni di FAE. Nel 2009 un prototipo di questa classe, denominato ARN077 è stato identificato nell'ambito di

4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

una collaborazione tra University of California Irvine (UCI), l'Università di Parma (UniParma), l'Università di Urbino (UniUrbino) e D3. Nell'arco del biennio successivo, esperimenti portati avanti in parte presso D3 hanno potuto dimostrare che l'ARN077 (i) è un potente agente anti-infiammatorio e anti-prurito su modelli animali; (ii) è un 'soft drug' che agisce localmente ed è velocemente degradato nel plasma; (iii) mostra una notevole selettività e un profilo di sicurezza molto marcato. Nel 2011, il D3 ha depositato (assieme a UCI, UniParma e di UniUrbino) una richiesta di brevetto su ARN077 e relative molecole, e firmato un accordo di ripartizione dei ricavi per un'eventuale attribuzione delle licenze all'esterno per lo sviluppo clinico.

- Sviluppo del composto ARN354, inibitore periferico dell'enzima FAAH, come analgesico per dolore acuto e cronico. FAAH è un enzima che degrada l'anandamide, una sostanza endocannabinoide. L'inibizione della FAAH innalza i livelli di anandamide e porta all'attivazione prolungata del recettore dei cannabinoidi, con conseguente sollievo dal dolore. Uno dei primi inibitori di FAAH scoperto dai ricercatori del D3, chiamato URB597, è noto per gli effetti analgesici che è in grado di indurre sugli animali. Nel 2010 abbiamo individuato un nuovo inibitore FAAH, chiamato URB937 o ARN354, che aumenta i livelli di anandamide selettivamente nei tessuti periferici e riduce il dolore in diversi modelli animali. L'ARN354 ha la particolarità unica, tra gli inibitori di FAAH attualmente in circolazione, di non agire sul cervello né sul midollo spinale, una caratteristica che equivale all'assenza di effetti centrali. Nel corso dell'ultimo biennio i risultati raggiunti sono: (i) l'identificazione di analoghi chimici dell'ARN354; (ii) la scoperta di una nuova potenziale applicazione dell'ARN354 (l'accelerazione del processo di cicatrizzazione di ferite); (iii) la caratterizzazione del profilo farmacocinetico e metabolico in vitro e in vivo; e (iv) il deposito di due brevetti (in collaborazione con UCI, UniParma e UniUrbino).

Advanced discovery projects

- Inibitori FAAH di seconda generazione contro la dipendenza da tabacco. Esperimenti condotti in collaborazione con UCI ed il National Institute on Drug Abuse (NIDA) degli Stati Uniti hanno mostrato che l'inibizione dell'enzima FAAH da parte di URB597 arresta l'autosomministrazione di nicotina nella scimmia crisotrice, un modello di tabagismo. Sulla scorta di questi risultati, che indicano la FAAH come un plausibile bersaglio farmacologico per il tabagismo, sono stati attivati dei progetti di scoperta che mirano all'ottimizzazione di inibitori FAAH attivi centralmente a partire dal composto URB694. Questo lavoro è supportato in parte da un finanziamento "Avant Garde" da parte della NIDA, e ha portato nel precedente esercizio all'identificazione di numerosi candidati promettenti da portare a uno sviluppo preclinico che saranno testati sui saimiri.
- Inibitori di NAAA per il trattamento di malattie infiammatorie croniche (e.g. artrite reumatoide, sclerosi multipla). Negli scorsi 12 mesi, i nostri ricercatori hanno identificato una nuova classe di inibitori NAAA che dimostra alta potenza farmacologica e considerevole stabilità metabolica, due proprietà necessarie per lo sviluppo di un farmaco utilizzabile per via orale. Sono stati iniziati una serie di studi farmacologici per caratterizzare questa nuova classe di molecole, in preparazione al deposito di un brevetto e di una pubblicazione.
- Strategie a più obiettivi (multitarget) per il morbo di Alzheimer. L'approccio multitarget consiste in una strategia di scoperta di farmaco che si basa sul fatto che è possibile avere sicurezza e un'efficacia terapeutica superiore progettando specifiche molecole che possano colpire simultaneamente diversi punti di controllo di un disturbo con manifestazioni a cascata. Oltre a potenziarne l'efficacia, i farmaci multitarget possono anche prevenire lo sviluppo indesiderato di meccanismi di compensazione, agendo di conseguenza in sostituzione a combinazioni di farmaci ingombranti e potenzialmente pericolosi. Esiste infatti un insieme di farmaci clinici ad alta efficacia che agiscono su diversi obiettivi tutti coinvolti in un dato disturbo, per esempio l'antipsicotico quetiapina. La capacità di agire simultaneamente su più obiettivi tuttavia è stata scoperta in un secondo tempo più che essere preconfezionata. L'Alzheimer è un buon banco di prova per la strategia a più obiettivi, perché la patogenesi di questo disordine neurodegenerativo include una cascata complessa di eventi biochimici interconnessi. Un esempio di composto multitarget volutamente progettato per l'Alzheimer è il memoquin, un insieme di inibitore BACE e acetilcolinesterase scoperto da Cavalli all'Università di Bologna (ora all'IIT). Su modelli animali, il memoquin indebolisce la formazione di marcatori patologici

tipici dell'Alzheimer – ivi inclusa la formazione di placche Beta amiloidi e nodi neuro-fibrillatori - migliorando la funzione cognitiva. Nel corso del 2010-2011 è stato stabilito se memquin è un buon candidato per lo sviluppo preclinico. I risultati dei test hanno mostrato l'elevata potenza nei test in vivo, mostrando tuttavia un'elevata tossicità, portando di conseguenza all'interruzione di questo composto. Contemporaneamente è stata esaminata una nuova struttura mirata a inibire contemporaneamente acetilcolinesterase e i canali recettori di NMDA glutammato. Questi sforzi hanno portato all'identificazione di una serie di composti chimici efficaci su modelli animali di disfunzioni cognitive, per i quali sono stati prodotti i primi articoli e una richiesta di deposizione di brevetto.

- Inibitore duale di FAAH/COX contro il dolore e l'infiammazione. L'inibizione simultanea degli enzimi FAAH e COX produce effetti analgesici sinergici su modelli animali. L'obiettivo principale di questo progetto è sviluppare degli inibitori simultanei di FAAH/COX come farmaci antidolorifici e antiinfiammatori. Ci aspettiamo che questa nuova classe di molecole abbia una maggiore efficacia e migliore sicurezza in confronto con le attuali terapie. Il progetto ha fatto sostanziali progressi nel corso dell'ultimo esercizio arrivando all'identificazione di un potente inibitore duale di FAAH/COX, attualmente sotto indagine in vitro e in vivo. Sono attualmente in preparazione 2 brevetti e una serie di articoli.
- Inibitore della proteina FLAT (FAAH-Like Anandamide Transporter) per il dolore neuropatico. L'endocannabinoide anandamide è rimosso dallo spazio sinaptico da un sistema di trasporto selettivo, espresso in neuroni e astrociti. Una collaborazione tra D3 e UCI ha scoperto una proteina, chiamata FLAT che lega l'anandamide con affinità micromolare e ne facilita il trasporto nelle cellule. È stato inoltre identificato un antagonista competitivo dell'interazione tra anandamide e FLAT, il composto ARN272, che previene in vitro l'internalizzazione dell'anandamide, interrompe la disattivazione dell'anandamide in vivo e produce forti effetti analgesici in modelli roditori di dolore infiammatorio e neuropatico. I risultati sono stati oggetto di un'importante pubblicazione e di un deposito di brevetto.

Early discovery projects (Progetto esplorativi)

Gli "early discovery projects" sono progetti che affrontano problemi scientifici generali che hanno il potenziale di svelare nuovi e inattesi obiettivi farmacologici. Gli attuali progetti sono: (i) caratterizzazione strutturale di NAPE-PLD, un enzima capace di sintetizzare endocannabinoidi. La squadra di progetto è riuscita a isolare i primi cristalli di NAPE-PLD e si appresta alla caratterizzazione per diffrazione di raggi X; (ii) individuazione dei requisiti strutturali del BACE-1/GSK- β e (iii) verifica del fattore di trascrizione nucleare Rev-ERB α quale potenziale obiettivo per terapia del morbo di Alzheimer.

Enabling projects

Gli "enabling projects" sono progetti che mirano a creare delle nuove tecnologie computazionali per la scoperta farmaco. Essi includono (i) Elettrostatica a multi-scala per individuare algoritmi e software per curare sistemi fisici di diversa natura, (ii) nuova generazione di protocolli QSAR per migliorare la capacità predittiva delle attuali analisi QSAR, QSPR e 3D QSAR. Uno di essi, diretto dal team leader Dr. Walter Rocchia, è stato finanziato da un grant del National Institutes of Health (USA).

Il dipartimento ha completato nel 2° trimestre del 2011 l'assetto ottimale e ha raggiunto in organico di circa 80 unità, con una composizione ben distribuita che raccoglie numerose risorse dall'estero. L'organizzazione del lavoro a matrice replica la tipica struttura delle start-up dedicate alla scoperta farmaco, in cui i progetti di ricerca, guidati da un Project leader, interagiscono con le tipiche funzioni (Medical Chemistry, Pharmacology, Computational Chemistry and Biophysics), I laboratori sono operativi e nel 2011 hanno potuto contare sulla completa efficienza delle workstations e le collezioni chimiche che permettono di consultare una libreria di composti chimici per le attività di laboratorio.

D3 è attivo, oltre che con numerose pubblicazioni di primo ordine, nel diffondere i risultati delle attività di ricerca, avendo attivato un network di aziende e di istituti di ricerca italiani dedicati alla ricerca del farmaco.

4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

4.2.5 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 macroscale, per tutta una serie di applicazioni avanzate. Per il perseguimento 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).

Di seguito si riporta una breve sintesi delle attività svolte nel corso del 2011, suddivise per linee di ricerca:

Linea di ricerca 1 (Assembly of colloidal nanocrystals into various type of nanocomposite architectures with advanced properties)

Questa linea ha raggiunto un buon livello di successo nel corso del 2011. L'attività è stata rivolta alla sintesi di nuovi tipi di nanocristalli, al loro utilizzo quali nano-blocchi per nanostrutture autoassemblate. Oltre a un'approfondita analisi dei nanocristalli di partenza, è stato eseguito uno screening delle proprietà fisiche delle superstrutture originate a partire da questi nano-blocchi.

Linea di ricerca 2 (Nanostructured materials for electrical energy storage device)

In questo ambito sono stati studiati diversi materiali nanocristallini, sia dal punto di vista delle tecniche per la loro sintesi che del loro studio come materiale attivo in batterie al litio. Abbiamo testato vari materiali come candidati, focalizzandoci principalmente sulla possibilità di nuove sintesi e sul loro comportamento di litiazione-delitiazione. Per ciascun materiale è stata inoltre verificata l'esistenza di diverse forme e dimensioni a livello di nanocristalli, arrivando a definire diverse proprietà elettrochimiche per ciascuna di questi parametri. Nel complesso sono stati individuati dei buoni candidati nanocristallini per batterie al litio e sono tuttora in corso ulteriori studi in merito.

Linea di ricerca 3 (Multifunctional nanocarriers for biomedical applications)

Nell'ambito di questa linea di ricerca, gli sforzi si sono concentrati sullo sviluppo di capsule di nanogel polimerici che sono in grado di modificare il proprio volume in base all'acidità o alla temperatura dell'ambiente circostante (stimulus responsive polymers). La nostra ricerca ha dimostrato che, quando queste capsule inglobano al loro interno nanocristalli inorganici metallici, magnetici e fluorescenti, i sistemi che ne risultano sono degli ottimi candidati come vettori e agenti di rilascio di siRNA (small interfering RNA o short interfering RNA) o di farmaci chemioterapici. La ricerca ha prodotto dei risultati interessanti, specialmente nell'ambito della veicolazione e del rilascio di siRNA. Strategie alternative al trasporto del siRNA sono state inoltre studiate con successo, aprendo nuovi interessanti ambiti di ricerca.

Linea di ricerca 4 (nanocomposite materials for hybrid voltaic cells)

Le attività sono state rivolte principalmente allo sviluppo di nanoparticelle di semiconduttori non tossici, ovvero non contenenti né Cadmio né Piombo. A tale scopo abbiamo studiato classi di materiali quali CIGS (Copper Indium Gallium Sulfide) e CZTS (Copper Zinc Tin Sulfide), usando fra l'altro approcci chimici semplici e adattabili a processi industriali su larga scala. Siamo ora nella fase di sperimentazione di tali nuovi nanocristalli in celle fotovoltaiche; NACH fa parte di un consorzio che gode di un finanziamento europeo sul fotovoltaico e che a partire dall'inizio di quest'anno (2012) ha iniziato una serie di attività di ricerca, in collaborazione con vari partner industriali e laboratori di ricerca europei, per lo sviluppo di inchiostri contenenti particelle di CIGS per fotovoltaico a basso costo.

Linea di ricerca 5 (Nanocomposite materials for fuel cell components)

Nel 2011 è stato completato il setup per i test di catalisi all'interno della facility. Grazie a questo, abbiamo condotti alcuni primi test catalitici (CO-CO₂) su alcuni campioni di nanocristalli. L'attività si è concentrata su due tipologie di nanocristalli: nano-cristalli di un solo materiale (ad esempio cuprite, ossido di ferro) e nanocristalli etero-dimeri di due materiali (di cui un dominio fatto di ossido di ferro e l'altro invece basato su una lega di oro e palladio). Nei vari casi abbiamo estratto una serie di dati promettenti per quanto riguarda il processo di conversione CO-CO₂ (di notevole rilevanza industriale), ed abbiamo programmato tutta una serie di esperimenti che stiamo conducendo nel corso di quest'anno.

La composizione delle risorse della facility è stata rivista specialmente per quanto concerne le posizioni di post-doc, con la dipartita di alcuni ricercatori che hanno trovato lavoro presso altri istituti di ricerca e università in Italia e all'estero, a testimonianza della buona qualità delle attività svolte da tali ricercatori nel nostro gruppo. Le dimensioni raggiunte dal gruppo sono da considerarsi ottimali e il ricambio di personale è una fonte continua di arricchimento di idee e di rinnovamento di energie.

Sul lato della dotazione strumentale, la facility si è finalmente dotata del setup di catalisi (come descritto nella linea 5) e di una macchina XPS (spettroscopia fotoelettronica a raggi X), nonché di un apparato per la crescita di nanoparticelle di ossido di ferro sfruttando batteri. Altri strumenti minori sono stati acquistati ed installati. In particolare, la dotazione strumentale per la microscopia elettronica è stata migliorata.

L'attività di ricerca ha garantito una proficua produzione di pubblicazioni, alcune delle quali in riviste scientifiche di altissimo impatto. Nel corso del 2011 NACH ha collaborato attivamente con più di 20 centri di ricerca e università in tutto il mondo.



4. Dettaglio dell'attività scientifica Continua

4.2.6 NAST

La facility di Nanostructures ha adottato questa denominazione, modificando il precedente nome di Nanofabrication, per porre l'accento sugli obiettivi scientifici: la progettazione e la realizzazione di nano-dispositivi e il loro utilizzo per affrontare e risolvere problemi, sia di natura fondamentale che applicata, presenti nel mondo contemporaneo della scienza dei materiali, della biologia e della nano medicina.

La facility ha sviluppato nel corso del tempo 4 temi principali:

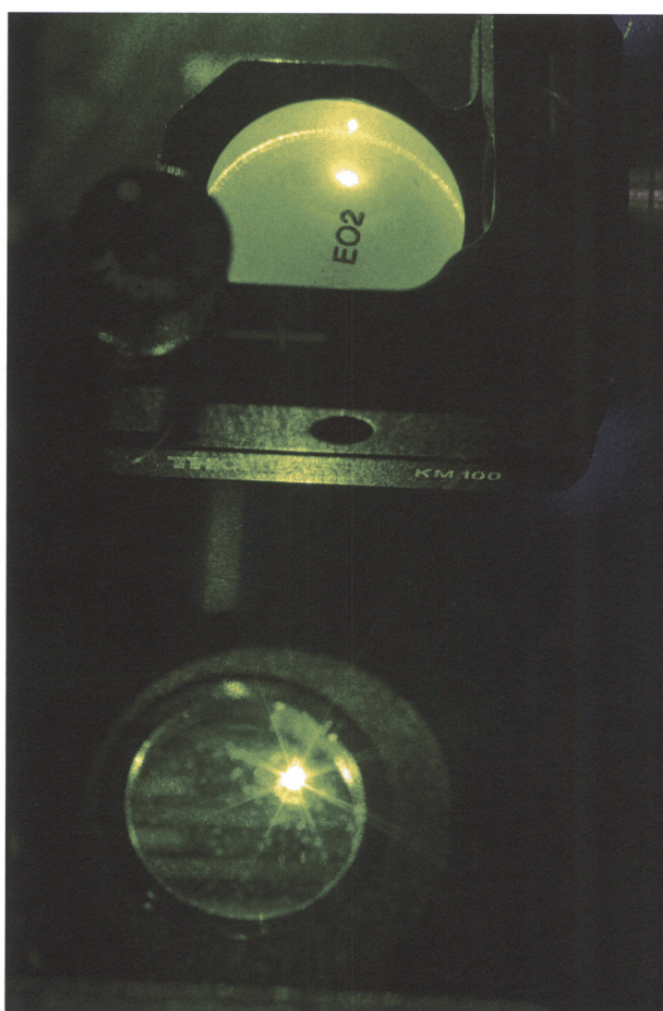
Delivery Energy at nano scale

In questa area si affrontano i problemi fondamentali che insorgono quando una sorgente energetica di dimensioni macroscopiche, come un laser o un più generico campo elettromagnetico, deve interagire in modo efficiente, per uno scambio energetico, con materiale presente in scala nanometrica o con nanostrutture. È questo un problema che ricorre in altri settori come la nanolitografia, la nanospettroscopia, la progettazione di sistemi fotovoltaici efficienti, il trasferimento di energia di origine ottica in biologia, e nuovi concetti di nanolitografia etc.

La facility ha individuato nei plasmoni, (l'equivalente per il plasma dei fotoni per la luce: quasi-particelle risultanti dal processo di quantizzazione delle vibrazioni energetiche del plasma) e è in corso di ottimizzare la progettazione e la realizzazione di nano strutture che generano SPP (Surface Plasmon Polaritons). Le nano strutture saranno il mezzo artificiale per trasferire l'energia su nano scale, secondo le necessità specifiche dettate dal problema. I Plasmoni sono il tratto di congiunzione tra tutte le attività della facility.

Lo sviluppo di strumenti innovativi per il potenziamento della nano spettroscopia rappresenta un passo importante ed è trattato di conseguenza come un

problema di trasferimento energetico su scala nanometrica. SERS (Surface Enhanced Raman Spettroscopia - Spettroscopia Raman amplificata da superfici) basata su sorgente laser continua, o CARS (Coherent Anti Stokes Raman Scattering - Spettroscopia Raman derivata da segnali coerenti Anti Stokes) basati su sorgenti ultra veloci sono normalmente mediate da nano strutture in modo da ottenere una risoluzione chimica e spaziale su scala nanometrica nell'arco di una sola attività di rilevamento.



Novel devices for single molecule detection

Nel corso dell'esercizio sono stati compiuti degli interessanti risultati nel rilevamento senza interazione di poche o singole molecole presenti in soluzioni molto diluite. Questo tipo di ricerca è direttamente collegato con gli studi sull'insorgere di patologie, dove la definizione e la rilevazione di indicatori iniziali rappresenta spesso la chiave per decidere se effettuare delle cure.

La diretta caratterizzazione per la rilevazione di molecole biologiche come le proteine, acidi nucleici o agenti patogeni è di reale importanza in quanto elimina l'uso di molecole intermedie. Questo è possibile mediante l'uso di spettroscopie vibrazionali, come l'indagine tramite assorbimento di frequenze nell'infrarosso (IR absorption) o l'analisi della diffusione Raman (Raman scattering), che sono degli strumenti per la caratterizzazione senza marcatura delle specie biologiche sotto indagine, in quanto i modi vibrazionali sono di fatto l'impronta fedele dell'intera molecola (ossia i legami chimici, la conformazione, la struttura tri dimensionale) e della sua interazione locale con altre molecole. Purtroppo le sezioni d'urto da IR absorption e Raman scattering (che esprime la probabilità di interazione tra particelle), quando impiegate su molecole presenti in una soluzione molto diluita, sono molto basse e, di conseguenza, il segnale risultante si confonde con il rumore di fondo. Per aggirare questo problema è stato sviluppato un dispositivo progettato per generare il potenziamento dei segnali in corrispondenza di una nanostruttura metallica che possiede proprietà specifiche, perché è possibile controllare parametri fisici e proprietà ottiche di plasmoni e può spaziare per diversi ordini di grandezza. Queste caratteristiche hanno permesso l'osservazione di molecole isolate o presenti in concentrazioni molto basse.

Novel methods and devices for opto genetics studies

Questa attività è nata nel 2011 e sfrutta gli sviluppi realizzati da nuovi strumenti fotonici accoppiati a dispositivi per l'elettrofisiologia per costruire una nuova generazione di dispositivi molecolari di ispirazione biologica. Questo strumento fotonico sfrutta la tecnologia dei plasmoni polaritoni, che permette di convogliare una traccia di luce su un'area con un diametro pari a 10 nm. La difficoltà tecnica consiste essenzialmente nel riuscire a costruire uno strumento plasmonico-fotonico che spicchi dall'ambiente circostante in maniera estremamente localizzata e su cui posizionare poche molecole per sottoporle al fascio luminoso attraverso la nano struttura. Un altro aspetto importante è l'intensità della luce che deve essere convogliata sulla molecola; saranno sviluppate anche molecole sensibili alla luce da attivare in modo selettivo mediante questi strumenti fotonici. Queste nuove innovazioni tecnologiche daranno uno strumento per controllare l'attivazione di singole molecole sensibili alla luce e permetteranno di approfondire lo sviluppo di calcolatori molecolari in ambiente biologico con una risoluzione senza precedenti.

Metal-Semiconductor Hybrid Nanosystems

Nel corso dell'esercizio sono stati predisposti l'insieme di competenze e capacità che hanno aperto questo nuovo settore di indagine. Le strutture metalliche di dimensioni nanometriche infatti sono buone conduttrici e possono interagire fortemente con la luce nelle frequenze del visibile e dell'infrarosso, grazie alla presenza degli elettroni liberi che possono effettuare delle oscillazioni di tipo plasmonico; d'altro canto, le dimensioni della banda proibita nei cristalli semiconduttori, da cui dipendono le loro proprietà ottiche e elettriche, sono fortemente dipendenti dalle dimensioni, forma e composizione.

L'obiettivo è quindi di investigare dei sistemi optoelettronici articolati, combinando delle proprietà di entrambi i mondi, e aprire la strada per la progettazione di nuovi componenti da impiegare nella foto-detezione, la comunicazione ottica, il fotovoltaico e l'elettronica.

La facility può contare su più di trenta risorse e ha raggiunto una composizione quasi ottimale, anche malgrado la difficoltà nel reperire personale tecnico di laboratorio esperto; la dotazione strumentale è stata inoltre completata, perfezionando l'impianto realizzato negli esercizi precedenti.

La produzione scientifica è stata continua, con un buon numero di pubblicazioni che hanno toccato anche riviste di alta qualità, tra cui una copertina su Nature Photonics, e il deposito di alcune domande di brevetto. La facility inoltre collabora in modo estensivo con i dipartimenti e centri dell'IIT su numerose attività e con altri gruppi di ricerca, prevalentemente all'estero.

4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

4.2.7 NAPH

Il Dipartimento di Nanophysics è cresciuto negli ultimi due anni sviluppando temi di ricerca originali e mantenendo un rapporto di stretta collaborazione con i Dipartimenti IIT nell'ambito della formulazione, caratterizzazione e utilizzo di materiali nano compositi e della progettazione, e costruzione di strumentazione tecnologicamente avanzata in microscopia e spettroscopia ottica. Si aggiungano gli importanti risultati ottenuti nelle attività di ricerca che riguardano le interazioni luce materia volte a sistemi di memorizzazione ottica tridimensionale, litografia ottica in super risoluzione, realizzazione di microdispositivi 2D e 3D per interazione laser e produzione "verde" di nanoparticelle. L'approccio fortemente multidisciplinare trae forte beneficio dall'ambiente dell'IIT. La sfida lanciata è quella di primeggiare internazionalmente nelle tematiche affrontate: nanomateriali intelligenti, super risoluzione ottica, nano/micro lavorazioni e relative applicazioni dallo studio e comprensione di malattie neurodegenerative all'elucidazione dei meccanismi di comunicazione cellulare, dal trasporto di carica ottimizzato in matrice polimerica alle modalità di realizzazione di nanoparticelle metalliche e non. La grande forza del dipartimento risiede nella possibilità di avere la strumentazione tecnologicamente più avanzata al mondo in un contesto dove sono condotte attività di ricerca assolutamente di frontiera e di grande impatto nell'ambito della ricerca fondamentale e applicata; di conseguenza in un'ambiziosa visione di nanotecnologie per umani, si collocano in questo scenario produttivo strumenti per la nano-tossicologia, strumenti neuro tecnologici impiantabili, nuovi materiali multifunzionali (attuatori, sensori, serbatoi o trasduttori di forme di energia), nano-vettori o strutture per il rilascio intelligente di farmaci (eventualmente attivati in modo sia passivo che attivo), sonde (bio)intelligenti, (bio)protesi, rilevatori delle fasi iniziali di disturbi e nano-strumenti terapeutici. La linea relativa ai nanomateriali intelligenti raccoglie le caratteristiche tipiche presenti nella scienza dei materiali; sfrutta l'esperienza, consolidata nel tempo, nello sviluppo di materiali ibridi multifunzionali con un'enfasi sulla fisica e sulla chimica delle superfici, le proprietà termo/meccaniche dei solidi, le proprietà elettromagnetiche di sistemi compositi e l'interazione di molecole di origine biologica con superficie progettate appositamente. In parallelo, la tensione verso la strumentazione tecnologicamente avanzata inquadra la progettazione, la realizzazione e l'utilizzo di strumenti di nuova concezione da utilizzare nell'indagine su scala nano-metrica di materiale sia vivo che inerte.

Di seguito si riporta una breve sintesi delle attività scientifiche sviluppate nel corso dell'esercizio per entrambe le linee di ricerca.

Materiali nanocompositi: dalla sintesi di nanoparticelle a dispositivi nanocompositi – polimero/nanoparticella – bidimensionali (pellicole/film) e tridimensionali (supporti strutturali/scaffold)

L'approccio adottato nel corso dell'esercizio è legato al complesso di attività che coprono l'intera catena che va dalla produzione di nanoparticelle fino allo sviluppo di materiali nano compositi con definite proprietà di superficie e di struttura. Più nel dettaglio è stato individuato un interesse per applicazioni in campo biologico, ad esempio realizzando nano particelle da usare come agenti terapeutici e diagnostici (sonde), o crescendo delle colture cellulari su superfici predeterminate, aggiungendo funzioni legate ad applicazioni per il trasporto e l'energia, sviluppando materiali funzionali ultra leggeri con proprietà calibrate dal punto di vista elettrico, magnetico, meccanico e termico. Sono stati sfruttati a questo scopo diversi tipi di nanoparticelle inglobabili nelle matrici polimeriche o utilizzabili come elementi addizionali in membrane nano-strutturate e materiali per utilizzo da sostituto tissutale. Sono stati di conseguenza realizzati dei sistemi ibridi di nuova concezione dotati di proprietà meccaniche, elettromagnetiche e di superficie (dall'autopulente al super-idrofilo) funzionalmente controllate alla nanoscala sia in fase di realizzazione che di utilizzo. Una particolare attenzione è stata posta nell'ottimizzazione delle strategie atte a favorire la dispersione omogenea di tali nano oggetti e nella caratterizzazione dei nuovi materiali risultanti in relazione alle potenziali applicazioni come quelle orientate all'uso di a) materiali nanocompositi rinforzati, basati su resine, nell'industria aerospaziale e per l'odontoiatria; b) superfici sensibili e cavi polimerici per la robotica; c) micro lavorazione laser bi- e tri-dimensionale, preparazione e strutturazione per la realizzazione di strumenti di tipo lab-on-a-chip e materiale protesico; d) nano-attuatori foto indirizzabili, realizzati con materiali nano compositi basati su miscele contenenti molecole fotocromiche; e) nano-

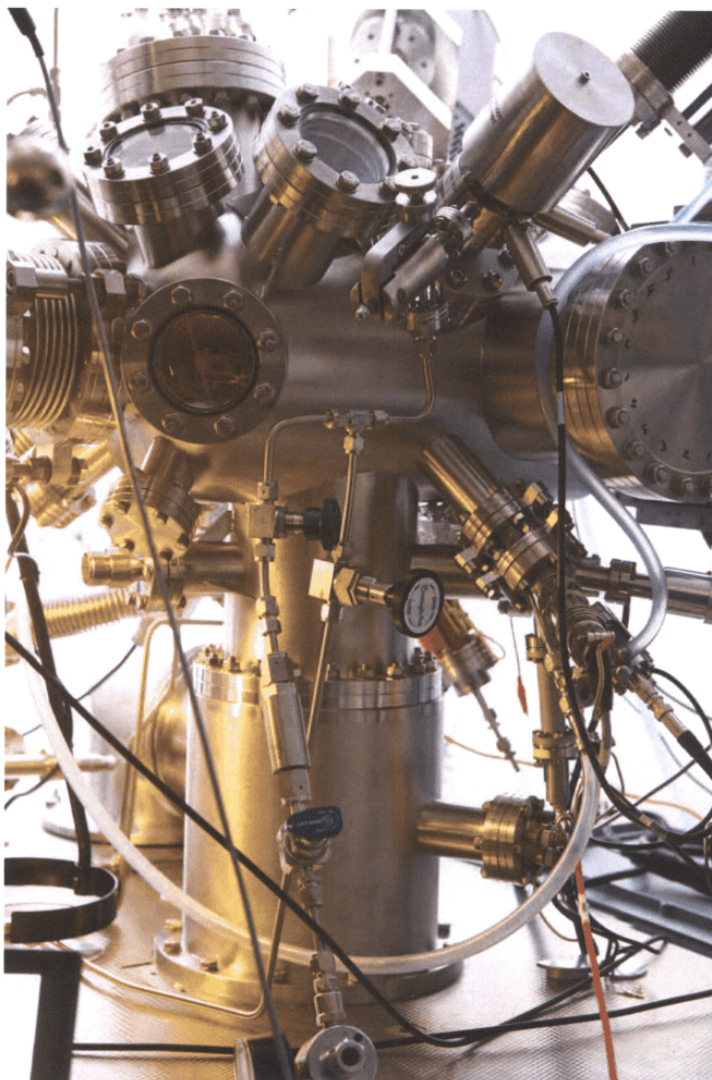
dispositivi integrati con matrici di multi elettrodi per la stimolazione e la rilevazione dell'attività di reti neuronali tridimensionali e la registrazione di segnali ottici ed elettrici.

Sono stati inoltre raggiunti dei risultati significativi nella produzione "a tecnologia pulita" di nano particelle comandata da fonte luminosa (ossidi di silicio, germanio, argento, oro nickel e ferro) e nella loro funzionalizzazione – usando impulsi da sorgente laser come strumento di ablazione in ambiente liquido. La nanoparticelle funzionalizzate e non sono oggetto di studi legati alle modalità di penetrazione di nanoparticelle in sistemi biologici per la comprensione di due classi di problema: 1) utilizzo come marcatori e agenti terapeutici a bersaglio; 2) valutazione di potenziali effetti nanotossici legati a compartimentalizzazioni specifiche nei sistemi cellulari di riferimento.

Un'estesa attività di caratterizzazione delle nanoparticelle e dei materiali nanocompositi è stata effettuata mediante tecniche analitiche strumentali mirate a validare e verificare le proprietà fisico-chimiche anche quando impiegate in differenti condizioni ambientali.

La vasta gamma di strumentazione in uso presso il dipartimento è stata pienamente utilizzata per questi fini: microscopia elettronica in trasmissione e scansione, microscopia a sonda a scansione e spettroscopia di forza, microscopia a sonda di scansione di forza e a tunnel elettronico in ambiente e in ultra alto vuoto, analisi dinamica delle proprietà meccaniche, clorimetria differenziale, analisi termogravimetrica, nano/pico indentazione meccanica, microscopia ottica avanzata e nanoscopia.

Dispositivi e strumentazione tecnologicamente avanzata: indagini alla nano-scala da tessuti/organi a singole molecole. Grazie agli sforzi effettuati nel precedente esercizio, NAPH è divenuto un dipartimento di riferimento internazionale, con lavori pubblicate su prestigiose riviste da Nature a PNAS, all'avanguardia nel campo della progettazione e sviluppo di strumentazione per la visualizzazione di proprietà morfologiche e funzionali ad altissima risoluzione, utilizzando diversi approcci strumentali: dalla microscopia a sonda di scansione a tunnel



4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

elettronico e di forza in ultra alto vuoto (bassissimo livello di contaminazione dei materiali oggetto di studio e risoluzione spaziale subnanometrica) a classi di microscopi a super risoluzione ottica (decine di nanometri). In entrambi i casi la strumentazione è per lo più progettata e realizzata all'IIT e in altri casi la strumentazione di frontiera commerciale viene utilizzata direttamente o modificata significativamente per l'ottenimento di prestazioni uniche legate alle problematiche considerate. Parte dell'attività è svolta nell'ambito di importanti accordi di collaborazione tecnico scientifica con aziende leader di settore.

La realizzazione di mappe/immagini a contenuto funzionale e strutturale con risoluzione del nanometro, in condizioni ambientali, contribuisce in modo significativo alla comprensione dei processi fisici e biologici al livello della singola molecola in sistemi cellulari e in organizzazioni più complesse come quelle tissutali o relative ad organi. Ad esempio, tra le applicazioni più interessanti in termini di ricaduta verso la Società, nel mantenimento dell'obiettivo di realizzare nanotecnologie per umani, vi sono quelle relative allo studio delle fasi iniziali dell'Alzheimer e di tumori polmonari. Potere individuare i meccanismi molecolari è essenziale per rilevare con tempi rapidi l'insorgere di patologie degenerative, e di conseguenza migliorare l'efficacia di nuove formulazioni farmacologiche come quelle realizzate in altri dipartimenti dell'IIT. La valutazione dell'impatto che nano materiali e nanoparticelle possono avere sullo stato di salute dell'uomo e sulla sicurezza ambientale oppure in termini diagnostici e terapeutici passa per la possibilità di seguire il destino di nanoparticelle in sistemi biologici a risoluzione nanometrica. Inoltre, nell'ambito di processi industriali la capacità di rilevare difetti con una risoluzione nano-metrica è critica per un controllo di qualità approfondito sui prodotti industriali, come dispositivi fotovoltaici organici, nuovi tessuti ad azione anti-batterologica, e rivestimento funzionale di impianti ibridi biocompatibili. Nel corso dell'esercizio è stata approfonditamente sviluppata la microscopia ottica a super risoluzione utilizzando approcci sia stocastici (localizzazione alla nanoscala di singole molecole) e deterministici (nanoscopia ottica), integrandola da un lato a sistemi di microscopia a forza atomica e dall'altro a schemi ottici per formazione di immagini tridimensionale in campioni biologici di spessore rilevante. Questo ha permesso, per esempio, di analizzare le proprietà di correlazione meccanico-funzionali durante la interconnessione di celle neuronali su superfici nano strutturate. In questo ambito è stato realizzato un microscopio ottico originale a super risoluzione (chiamato IML-SPIM da Individual Molecule Localization – Selective Plane Illumination Microscopy) che permette attività di microscopia su campioni di spessore fino a 200 micron a risoluzione nanometrica. Il risultato è stato anche oggetto di una copertina su Nature Methods che ne ha ospitato la pubblicazione. Nel corso dell'esercizio sono state infine realizzate nuove metodologie nuovi approcci nel campo della microscopia STED e nel settore ottico, arricchendo notevolmente la capacità di indagine con diversa strumentazione.

Il Dipartimento è composto da più di 40 unità di personale e pur essendo già validamente strutturata è ancora in fase completamento. Nel corso dell'esercizio vi è stato un importante "turn-over" a livello dei Team Leader e sono avvenute nuove acquisizioni assunzioni a livello di Post Doc e Research Technologist. Il reclutamento di candidati al PhD prosegue in modo estremamente proficuo in termini di qualità e rendimento e il 2012 verranno licenziati i primi PhD formati interamente all'IIT nell'ambito degli accordi con l'Università degli Studi di Genova e della collaborazione con il Dipartimento di Fisica del medesimo Ateneo. Anche il personale tecnico è pressoché individuato salvo alcune posizioni in crescita potenziale in relazione agli sviluppi dipartimentali, tra cui l'acquisizione di commesse industriali e di nuovi progetti Europei (LANIR).

La strumentazione è stata ampiamente già organizzata. Nel corso dell'esercizio vi sono state alcune aggiunte di strumenti a corredo delle macchine già presenti e miglioramenti significativi di parte della strumentazione in già in uso.

L'attività di ricerca, per oltre il 30% è dedicata a collaborazioni e supporto con altre strutture dell'IIT, sia presso il quartier generale di Genova che nella Rete nazionale, ha generato un ampio flusso di pubblicazioni e di depositi di domande di brevetto.

Nanophysics collabora attivamente con numerosi gruppi di ricerca internazionali, in particolare Istituti Max Planck (Germania), Università di Oxford (UK), MIT e Centri di Eccellenza Keck (USA). Il Dipartimento ha iniziato l'attività di organizzazione di un importante convegno internazionale, www.owls2012.org, sotto l'egida della commissione internazionale di ottica ed è partner attivo di reti europee come Nanomedicine e Eurobioimaging.

4.2.8 PAVIS

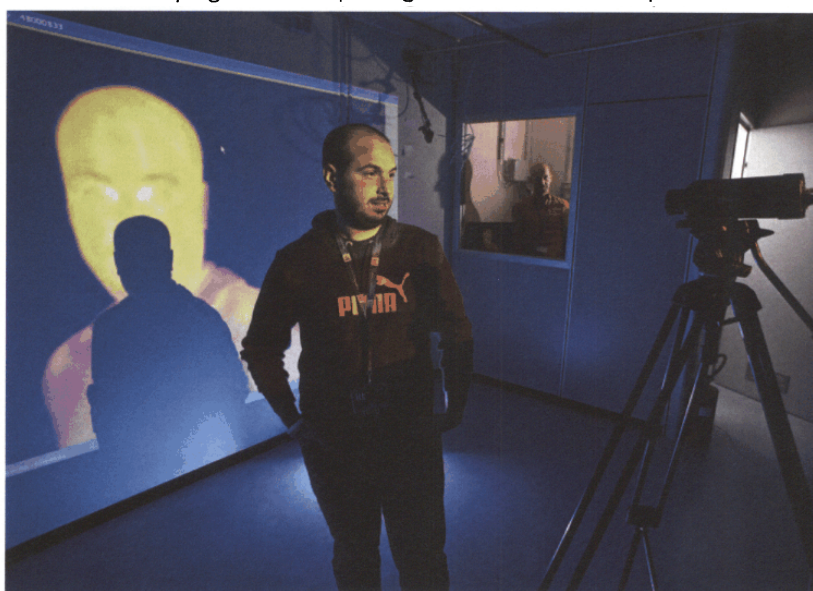
Il dipartimento di Pattern Analysis and Computer Vision (PAVIS) è al secondo anno di attività dal momento della sua costituzione e opera nel settore dell'immagine processing (elaborazione di immagini), computer vision (visione artificiale) e pattern recognition (riconoscimento di immagini e dati in generale). L'attività essenzialmente consiste nell'analisi di dati multidimensionale (per lo più l'integrazione di dati provenienti da sorgenti video, audio e di altro tipo) sfruttando tecniche statistiche e probabilistiche avanzate, con applicazioni nei settori della sorveglianza e sicurezza e nell'ambito biomedicale e bioinformatico.

Le attività di ricerca hanno avuto una grossa rilevanza nel 2011 con un incremento rilevante nel numero di pubblicazioni. Nel settore della logistica è stata avviata la sperimentazione, con l'installazione di telecamere nei vari piani dell'edificio di Morego al fine di acquisire immagini e dati in ambiente reale per finalità di test e validazione degli algoritmi di sorveglianza che vengono sviluppati.

Il gruppo è stato potenziato in termini di organico nel corso dell'esercizio ed è in procinto di raggiungere la dimensione ottimale; sono stati inoltre progettati e acquisiti gli strumenti necessari per le attività di

ricerca (in particolare telecamere, microfoni e sistema informatico per la registrazione e la sincronizzazione), oltre che ad una schiera bidimensionale di microfono per l'analisi di segnali audio.

Tra le attività di rilievo in collaborazione con gli altri gruppi in IIT portate avanti nel corso dell'esercizio, è stata avviata la collaborazione con gruppi sperimentali di NBT per l'analisi di dati da MultiElectrode Array (Matrice di multi elettrodi) applicati a reti



neuronal in vitro, l'analisi comportamentale di topi all'interno di gabbie per lo studio di alcuni modelli, e l'analisi di immagini di risonanza magnetica (MRI, Magnetic Resonance Imaging) del cervello di topi per lo studio della morfologia e la struttura connessionistica di questa stessa classe di animali. È inoltre proseguita una proficua collaborazione con il dipartimento D3 per l'analisi di strutture molecolari proteiche (clustering), e avviata una collaborazione con la facility NAPH per la ricostruzione tridimensionale (super risoluzione) di oggetti a partire da immagini bidimensionali di strutture cellulari nel campo della nanoscopia.

Il dipartimento ha organizzato per il secondo anno consecutivo una scuola di una settimana in Computer Vision, Pattern Recognition and Image Processing denominata "2D and 3D Visual Recognition: approaches and Methods" con i Dr. S. Savarese e Fei Fei Li come docenti.

A vario titolo alcuni membri del dipartimento sono stati coinvolti nell'organizzazione di workshop internazionali e tutorial presso importanti conferenze.

Si fa notare infine che PAVIS ha cambiato nome da Computer Imaging alla denominazione attuale che meglio rappresenta le sue finalità.

4. Dettaglio dell'attività scientifica

Continua

4.2.9 CSHR – Torino



Il Center for Space Human Robotics (CSHR) è stato aperto pensando alla realizzazione di un Centro in cui studiare, progettare e realizzare la nuova generazione dei materiali, processi e componenti per la robotica a supporto degli equipaggi delle missioni spaziali. La robotica spaziale nasce per supportare l'uomo nelle sue azioni, come gli spostamenti, le manipolazioni e l'interazione/monitoraggio ambientale. Un aspetto fondamentale risiede nella capacità di poter comunicare in modo interattivo con gli strumenti di supporto.

Sviluppare queste funzioni elementari viene assolto con l'impiego di un ampio sistema di tecnologie e di componenti strutturali e funzionali diversi, tra cui sensori e attuatori, dispositivi MEMS/NEMS (Micro/Nano Electronic Mechanical Systems – insieme di dispositivi di varia natura integrati in forma altamente miniaturizzata su un substrato generalmente di silicio o polimerico che permette di coniugare proprietà elettriche, elettroniche e optomeccaniche) e sistemi di erogazione di energia compatti e flessibili, tutti creati a partire da nuovi materiali. L'impiego per le missioni spaziali pone dei vincoli stretti all'individuazione delle soluzioni, ma grande attenzione verrà posta in soluzioni che possono essere utilizzate anche in ambito terrestre e in altre applicazioni industriali.

Fabrizio Pirri è stato selezionato quale coordinatore del centro in febbraio; dal punto di vista organizzativo ha dedicato un grande impegno al completamento operativo del centro, sia dal punto di vista della strumentazione che delle persone.

L'attività di ricerca è stata organizzata in 3 piattaforme di cui di seguito si riporta una breve descrizione:

Robotics

Il principale obiettivo è stato avviare le attività di ricerca finalizzate alla realizzazione di un prototipo di una delle dita di una mano/eso-scheletro da integrare in un guanto della tuta per missioni spaziali durante le cosiddette EVA (Extra Vehicular Activities – Attività all'esterno di vettore spaziale).

Nel corso dell'esercizio è stato portato avanti uno studio teorico e realizzato un modellino da banco che potesse fare da termine di raffronto per le diverse realizzazioni di giunture e materiali. I primi prototipi sono stati realizzati con tecnica DMLS (Direct Metal Laser Sintering – Sinterizzazione diretta mediante laser) che permette la realizzazione di oggetti solidi, in questo caso leghe di alluminio, partendo dalle polveri con un processo relativamente veloce e un risultato accurato rispetto alla progettazione iniziale.

Sono stati in secondo luogo ipotizzati i sistemi di controllo per l'esoscheletro, confrontando metodologie "tradizionali" – basate su sensori a pressione – con tecniche più innovative regolate da EMG (elettromiografia, la tecnica realizzata per monitorare l'attività elettrica prodotta dai muscoli striati scheletrici, che si contraggono in seguito a impulsi nervosi).

I risultati hanno consentito di pianificare i test di laboratorio per verificare lo stato di avanzamento e di avviare le attività di simulazione usando un vero guanto per cosmonauta (un guanto di fabbricazione Russa Orlan DM EVA).

Smart Materials

L'attenzione è stata posta nel campo della sensoristica distribuita (da confrontare con il senso del tatto), operando nel campo della realizzazione di materiali, di tecnologie di processing tecnologico e dell'elettronica. Per la realizzazione di eventuali dispositivi si sfruttano materiali nanostrutturati e lo sviluppo di tecnologie per la microfabbricazione. Nel corso dell'esercizio, è stata effettuata un'ampia attività di possibili soluzioni mediante l'uso dei materiali piezoelettrici e piezoresistivi. I test effettuati hanno permesso di creare una panoramica sulle proprietà di questi materiali applicati a diverse configurazioni (sistemi ibridi organico-inorganici, nanowires, film sottili e nanoparticelle).

Il lavoro ha permesso di impostare la futura attività di realizzazione di sensori applicati.