

Esempio piano di studi: “Sistemi Embedded”

FIGURA PROFESSIONALE

Oltre il 98% dei computer esistenti al mondo sono “*embedded*”, ovvero integrati in un sistema più complesso con lo scopo di gestirne le risorse e controllarne la funzionalità. Ad oggi i sistemi embedded sono la tecnologia fondante per applicazioni come i *wearables*, la *Internet of Things*, i sistemi autonomi (robot, automobili, droni) e la *embedded artificial intelligence* (AI). Pongono allo sviluppatore problematiche legate al calcolo distribuito, ad alte prestazioni ed in tempo reale, con vincoli di potenza e di risorse. Il Piano di studi “Sistemi Embedded” mira a formare la figura del progettista e sviluppatore di sistemi autonomi e “smart”. Il profilo è caratterizzato da una forte interdisciplinarietà, ed in particolare acquisisce diverse competenze come:

- conoscenza delle architetture per il calcolo distribuito (sistemi IoT) e per il calcolo ad alte prestazioni;
- conoscenza dei modelli di programmazione per sistemi ad elevato parallelismo (multi-core, GPU, FPGA) e dei sistemi operativi general-purpose e real-time.
- capacità di utilizzare e sviluppare su board a bassa potenza e con limitate capacità computazionali, tramite l'utilizzo di protocolli di comunicazione low power e tecniche per la distribuzione del carico;
- conoscenza delle tecniche di machine learning e deep learning, ed in particolare alla loro ottimizzazione in contesti per embedded AI (automazione industriale, automotive, droni);
- capacità di eseguire analisi di performance, mirate a determinare la bontà di una soluzione e all'individuazione di possibili migliorie;
- capacità di comprendere in anticipo i trend e le nuove tecnologie presenti.

SBOCCHI PROFESSIONALI

La figura del progettista e sviluppatore di sistemi embedded trova sbocco in diversi contesti, che permettono di avere quindi una figura estremamente flessibile e adatta a scenari dinamici. Alcuni esempi ricadono nel contesto dell'**Industry 4.0**, in cui nelle moderne fabbriche ci sono una moltitudine di dispositivi diversi, con caratteristiche computazionali differenti e con responsabilità che possono variare in base al carico di lavoro. In questo contesto riuscire a sfruttare in modo efficace quanto messo a disposizione permette di utilizzare algoritmi di intelligenza artificiale allo stato dell'arte, o a migliorare e rendere più efficiente quanto già presente da un punto di vista computazionale o di comunicazione dei dati. Un grande tema riguarda la **Internet of Things** e l'interoperabilità dei dispositivi embedded, realizzata sia attraverso tecnologie comunicative comparabili, sia attraverso l'uso di standard che permettono di mettere in relazione sorgenti di dati provenienti da dispositivi differenti. I dispositivi embedded sono ampiamente presenti nei **sistemi autonomi distribuiti**, esempi rilevanti dei quali sono:

- i **droni** e gli sciami di droni, in cui le caratteristiche dello scenario, limitato da un punto di vista energetico, rendono la figura del progettista e sviluppatore embedded cruciale, al fine di sfruttare nel modo più efficiente possibile le caratteristiche del dispositivo. In molti scenari si fa uso di telecamere per ottenere informazioni sull'ambiente circostante, cosa che richiede una notevole capacità computazionale di analisi. Capire come scegliere, configurare e ottimizzare sistemi di machine learning e deep learning ha un ruolo fondamentale.
- le **auto a guida autonoma**, dove una moltitudine di sensori come accelerometri, telecamere, radar/lidar e altri contribuiscono a far percepire al veicolo l'ambiente circostante per individuare altre auto, la strada da seguire, o per evitare pedoni. Per tutti i sistemi autonomi l'embedded AI costituisce la tecnologia abilitante fondamentale, con requisiti di elevate prestazioni e di esecuzione *real time*, al fine di fornire risposte dagli algoritmi in tempo per poter prendere azioni necessarie sull'evoluzione del sistema.

Il rapporto Anitec-Assinform "Il Digitale in Italia 2021" [1] testimonia l'importanza strategica delle tecnologie *embedded* tra i *Digital Enablers/Transformers* (*wearables*, *Internet of Things*, robotica, droni). Il documento “Proposte per una Strategia Italiana per L'Intelligenza Artificiale”, elaborato dal gruppo di esperti del Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) per l'Intelligenza Artificiale, evidenzia il ruolo fondamentale ricoperto dalla

embedded AI per valorizzare il sistema industriale (industria manifatturiera, robotica, automazione industriale, ...)

COMPETENZE SPECIFICHE

Nel primo anno lo studente acquisisce 57 CFU, di cui 15 relativi a insegnamenti obbligatori formativi negli ambiti di sviluppo del software e delle architetture e modelli di programmazione per i sistemi embedded ad alte prestazioni, e 42 relativi ai sistemi operativi e allo scheduling real-time e ad algoritmi di controllo, oltre a machine learning. Nel secondo anno lo studente acquisisce 66 CFU, di cui 9 relativi a insegnamenti obbligatori formativi nell'ambito dei sistemi distribuiti, 12 relativi ad insegnamenti IoT e Cloud computing, 6 relativi a kernel hacking e 9 a scelta, oltre ai 30 relativi alla tesi di laurea.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] https://www.anitec-assinform.it/kdocs/2013003/il_digitale_in_italia_2021.pdf

[2] https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Proposte_per_una_Strategia_italiana_AI.pdf

ESEMPIO PIANO DI STUDIO “Sistemi Embedded”

PRIMO ANNO

Semestre	Insegnamento consigliato	Tipologia	CFU
1	High performance computing	Obbligatorio	9
2	Metodologie di sviluppo software	Obbligatorio	6
2	Sistemi embedded e real time	Tabella 1	9
2	Sviluppo di software sicuro	Tabella 1	9
1	Fondamenti di machine learning	Tabella 2	6
--	Computer Graphics, o a scelta	Tabella 2	6
1	Platforms and Algorithms for Autonomous Systems	Tabella 3	6
--	A scelta	Tabella 3	6
	Totale CFU primo anno		57

SECONDO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	Algoritmi distribuiti	Obbligatorio	9
1	IoT systems	Tabella 4	6
1	Cloud and edge computing	Tabella 4	6
1	Kernel hacking	Libera scelta	6
--	AI-assisted computer graphics, o a scelta	Libera scelta	6
2	Tirocinio e prova finale	Obbligatorio	30
	Totale CFU secondo anno		63

Esempio piano di studi: “Scalable Data Science”

FIGURA PROFESSIONALE

La data science è un settore giovane, che deriva dai campi dell'analisi statistica e del data mining. Il **Data Science Journal**, pubblicato dall'International Council for Science: Committee on Data for Science and Technology, **ha debuttato nel 2002**. Dal 2008, anno in cui è comparsa la qualifica di data scientist, il settore ha iniziato una rapida ascesa. La figura professionale che si intende formare grazie a questa proposta di percorso di studi è quella del **Data Scientist** con solide competenze tecnologiche necessarie per lo sviluppo di applicazioni di Data Science scalabili e altamente performanti. Il Data Scientist **studia e interpreta grandi quantità di dati** per ricavarne **informazioni utili** su cui un'azienda possa basare le proprie **azioni strategiche**. Attraverso l'elaborazione dei **Big Data** lo "scienziato dei dati" è in grado di rendere comprensibili le informazioni nascoste nei dati, e in ultimo di **trasformare i dati** in nuova conoscenza e **opportunità** [1]. Le **competenze** che il percorso di **Scalable Data Science** mira a sviluppare riguardano tre principali ambiti [2]:

- **Data Engineering** - capacità di processare e gestire dati strutturati e non, di estrarre dati da fonti esterne tramite metodologie e tool specialistici, di definire data pipeline per l'analytics e per alimentare modelli di Machine Learning e manipolare e distribuire grandi quantità di dati;
- **Analytics/Machine Learning** - conoscenza di modelli e tecniche matematico-statistiche, capacità di sviluppare e implementare algoritmi di machine learning e conoscenza di tool per effettuare analisi;
- **Programmazione** - capacità di programmazione nei principali linguaggi per lo sviluppo di applicazioni di Data Science

SBOCCHI PROFESSIONALI

Secondo il **Bureau of Labor Statistics (BLS)** degli Stati Uniti la figura del Data Scientist è sempre più richiesta e i posti di lavoro in questo settore aumenteranno dell'11 per cento entro il 2024. A confermarlo è il report “50 Best Jobs in America” di Glassdoor, secondo cui il Data Scientist è **la migliore posizione lavorativa in ogni settore per opportunità di lavoro, salario e soddisfazione personale**. Lo stipendio medio di un Data Scientist, secondo dati della Technology and IT Salary Guide di Robert Half per il 2018, varia in base all'esperienza da 87 mila a 140 mila euro all'anno [3].

COMPETENZE SPECIFICHE

Nel primo anno lo studente acquisisce 57 CFU, di cui 15 relativi a insegnamenti obbligatori formativi negli ambiti di sviluppo del software e del calcolo ad alte prestazioni, e 42 relativi a materie fondamentali relative allo sviluppo di applicazioni di Scalable Data Science: Big Data, Data Analytics e Machine Learning in vari campi applicativi incluso quello scientifico. Nel secondo anno maggior enfasi è posta sugli aspetti della programmazione di applicazioni di data science in contesti distribuiti, edge computing e IoT system: lo studente acquisisce 63 CFU, di cui 9 relativi a insegnamenti obbligatori formativi nell'ambito degli algoritmi distribuiti, 24 relativi ad insegnamenti di completamento e 30 relativi alla tesi di laurea

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] <https://www.jobbydoo.it/descrizione-lavoro/data-scientist>

[2] https://blog.osservatori.net/it_it/data-science-must-have

[3] <https://www.adecco.it/il-lavoro-che-cambia/data-scientist>

ESEMPIO PIANO DI STUDIO “Scalable Data Science”

PRIMO ANNO

Semestre	Insegnamento consigliato	Tipologia	CFU
1	High performance computing	Obbligatorio	9
2	Metodologie di sviluppo software	Obbligatorio	6
2	Big Data Analytics	Tabella 1	9
2	Sviluppo di software sicuro, Sistemi Embedded e real-time o Sicurezza Informatica	Tabella 1	9
1	Fondamenti di machine learning	Tabella 2	6
2	Computational and statistical learning o Computer graphics	Tabella 2	6
1	Algoritmi di ottimizzazione o Elaborazione di dati scientifici o Introduction to Quantum Information processing	Tabella 3	6
2	Teoria dei giochi	Tabella 3	6
			57

SECONDO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	Algoritmi distribuiti	Obbligatorio	9
1	Due esami fra Cloud and edge computing, IoT Systems, Deep learning e Programmazione mobile	Tabella 4	6
2	Sistemi complessi	Libera scelta	6
1-2	Computer Graphics o Algoritmi di ottimizzazione o Elaborazione di dati scientifici o Introduction to Quantum Information processing o AI-assisted computer graphics o Teoria dei giochi	Libera scelta	6
2	Tirocinio e prova finale	Obbligatorio	30
			63

Esempio piano di studi: “Software and Information Security”

FIGURA PROFESSIONALE

Si vuole formare la figura del progettista di software e di sistemi sicuri. Tale figura è caratterizzata dalle competenze seguenti:

- capacità di integrare il ciclo di sviluppo del software classico con le tecniche, le metodologie e gli strumenti atti a migliorare la sicurezza a livello di design, implementazione, prototipazione, collaudo e rilascio;
- conoscenza ed applicazione delle moderne tecniche di crittografia e di relative tecnologie per la gestione sicura dei dati in transito e a riposo;
- capacità di progettare ed eseguire test funzionali e di sicurezza;
- capacità di vincolare le attività progettuali alla normativa vigente sulla privacy e sulla protezione dei dati personali.

SBOCCHI PROFESSIONALI

L'importanza strategica di una figura professionale che integri le competenze di progettazione di sistemi con quelle della sicurezza informatica è testimoniata dal crescente impatto degli attacchi informatici nell'ultimo decennio. Questa nuova consapevolezza ha fatto emergere l'esigenza di estendere le competenze in materia di sicurezza informatica anche al contesto della progettazione ed implementazione di software. Gli indicatori contenuti nei documenti elencati nel seguito lasciano trasparire come la richiesta di competenze congiunte in tal senso sia in forte espansione.

Il rapporto Anitec-Assinform "Il Digitale in Italia 2021" [1] testimonia la crescita del mercato della Cyber Security in assoluto e nei vari comparti (Pubblica Amministrazione, sanità, industria). Il rapporto dell'ENISA "Analysis of the European R&D priorities in cybersecurity" [2] definisce tra gli obiettivi primari dell'educazione secondaria ed universitaria la programmazione sicura, l'uso di strumenti crittografici e le primitive di memorizzazione ed accesso alle informazioni sensibili.

La norma UNI 11621-4 sui profili professionali per l'ICT [3] introduce una nuova figura professionale "Specialista applicativo della sicurezza delle informazioni" con competenze esplicite di programmazione sicura.

COMPETENZE SPECIFICHE

Nel primo anno lo studente acquisisce 57 CFU, di cui 15 relativi a insegnamenti obbligatori formativi negli ambiti di sviluppo del software e del calcolo ad alte prestazioni, e 42 relativi a materie di sicurezza di base (introduzione alla sicurezza informatica, ciclo di sviluppo sicuro del software, crittografia teorica e applicata, privacy e diritto dell'informatica). Nel secondo anno lo studente acquisisce 63 CFU, di cui 9 relativi a insegnamenti obbligatori formativi nell'ambito dei sistemi distribuiti, 24 relativi ad insegnamenti di completamento e 30 relativi alla tesi di laurea. Lo studente avrà modo di approfondire le conoscenze in materia di sicurezza in ambito automotive e potrà scegliere tre insegnamenti a completamento del ciclo di studi, con l'obiettivo di estendere le proprie competenze a diversi ambiti (sistemi operativi, Internet of Things, cloud, Web).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] https://www.anitec-assinform.it/kdocs/2013003/il_digitale_in_italia_2021.pdf

[2] <https://www.enisa.europa.eu/publications/analysis-of-the-european-r-d-priorities-in-cybersecurity/@@download/fullReport>

[3] <https://open.gov.it/linee-guida-competenze-ict/4-5-profili-professionisti-sicurezza-ict/>

ESEMPIO PIANO DI STUDIO “Software and Information Security”

PRIMO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	High performance computing	Obbligatorio	9
2	Metodologie di sviluppo software	Obbligatorio	6
2	Sviluppo di software sicuro	Tabella 1	9
2	Sicurezza Informatica	Tabella 1	9
1	Algoritmi di crittografia	Tabella 2	6
2	Crittografia applicata	Tabella 2	6
1	Privacy e tutela dei dati	Tabella 3	6
--	A scelta	Tabella 3	6
	Totale CFU primo anno		57

SECONDO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	Algoritmi distribuiti	Obbligatorio	9
1	Kernel hacking, Programmazione mobile, Cloud and edge computing o IoT systems	Tabella 4	6
1	Kernel hacking, Programmazione mobile, Cloud and edge computing o IoT systems	Tabella 4	6
1	Kernel hacking, Programmazione mobile, Cloud and edge computing o IoT systems	Libera scelta	6
1	Automotive cyber security	Libera scelta	6
2	Tirocinio e prova finale	Obbligatorio	30
	Totale CFU secondo anno		63

Esempio piano di studi: “Software Design and Development”

FIGURA PROFESSIONALE

Si vuole formare la figura del **progettista e sviluppatore software**. Tale figura è caratterizzata dalle competenze seguenti:

- capacità di sviluppare **software complesso** in ambienti distribuiti;
- conoscenza degli aspetti di **sicurezza, privacy e diritto** legati allo sviluppo del software;
- capacità di applicare lo sviluppo del software nei contesti di **mobile computing, cloud computing e IoT**.

In aggiunta, il piano proposto può essere **integrato** con competenze specifiche come quelle sulla sicurezza, sulla analisi dei dati, sull'intelligenza artificiale, sull'automotive.

SBOCCHI PROFESSIONALI

La figura del **progettista e sviluppatore software** è richiesta in tutti i contesti in cui si sviluppano sistemi informatici e la crescente **complessità** del software da sviluppare richiede conoscenze e competenze specifiche. Diversi **studi di settore** riportano i progettisti e gli sviluppatori software come i profili professionali più ricercati dalle aziende. Ad esempio LinkedIn [1] riporta tra le 25 professioni più richieste in Italia negli ultimi cinque anni e in ascesa: “**ingegnere full stack**”, “**infrastructure architect**”, “cloud architect”, “software account executive”, “sviluppatore back-end”, “**sviluppatore front-end**” e “product manager”. Anche il Sole24Ore [2] afferma che “è lo sviluppatore di software la figura più ricercata” nel 2022. Il rapporto Anitec-Assinform "Il Digitale in Italia 2021" [3] riporta gli ambiti mobile computing e cloud computing come 2 dei 4 ambiti più richiesti dalle aziende. Il presente piano **completa la formazione** con competenze di sicurezza, in particolare legata allo sviluppo del software, di privacy e di diritto, che sono necessarie in moltissimi ambiti applicativi.

I principali **sbocchi professionali** possono quindi essere:

- project manager (o figure assimilabili) in azienda di sviluppo software;
- consulente in azienda di consulenza software;
- manager del reparto IT di aziende non informatiche;
- libero professionista.

COMPETENZE SPECIFICHE

Nel **primo anno** lo studente acquisisce 57 CFU, di cui 6 di un insegnamento obbligatorio sulle metodologie di sviluppo software, 6 di un insegnamento opzionale sui sistemi complessi, 9 di un insegnamento opzionale sullo sviluppo di software sicuro e 12 di un paio di insegnamenti opzionali sugli aspetti di privacy e di diritto legati allo sviluppo del software; completano il primo anno 9 CFU di un insegnamento obbligatorio sull'high performance computing e 15 CFU di insegnamenti opzionali che lo studente può scegliere nelle tabelle 1 e 2.

Nel **secondo anno** lo studente acquisisce 63 CFU, di cui 9 relativi a un insegnamento obbligatorio nell'ambito dei sistemi distribuiti, 18 relativi a mobile computing, cloud computing e IoT, e 30 relativi alla tesi di laurea; completano il secondo anno 6 CFU a libera scelta.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] <https://www.linkedin.com/pulse/linkedin-lavori-crescita-2023-le-25-professioni-ascesa/>

[2] <https://www.ilsole24ore.com/art/le-professioni-piu-richieste-2022-cosi-cambia-mondo-lavoro-ADLqgR1>

[3] <https://www.anitec-assinform.it/pubblicazioni/il-digitale-in-italia/edizioni-precedenti/il-digitale-in-italia-2023-vol-2.kl>

ESEMPIO PIANO DI STUDIO “Software Design and Development”

PRIMO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	High performance computing	Obbligatorio	9
2	Metodologie di sviluppo software	Obbligatorio	6
2	Sviluppo di software sicuro	Tabella 1	9
	Opzionale a scelta	Tabella 1	9
2	Sistemi complessi	Tabella 2	6
	Opzionale a scelta	Tabella 2	6
1	Privacy e tutela dei dati	Tabella 3	6
2	Teoria dei Giochi: Strategie ed Algoritmi	Tabella 3	6
	Totale CFU primo anno		57

SECONDO ANNO

Semestre	Insegnamento	Tipologia	CFU
1	Algoritmi distribuiti	Obbligatorio	9
1	Programmazione mobile	Tabella 4	6
1	Metodi per il ciclo di vita del software	Tabella 4	6
1	IoT systems	Libera scelta	6
	Cloud and edge computing	Libera scelta	6
2	Tirocinio e prova finale	Obbligatorio	30
	Totale CFU secondo anno		63