

# Editoriale

Cari lettori,

questo numero, l'ultimo del 2021, prosegue la tradizione inaugurata ormai da qualche anno di un numero speciale, in cui l'informatica costituisce lo spunto per considerazioni culturali ad ampio raggio. In questo caso tali considerazioni riguardano la conservazione del software. Siamo abituati a pensare al software come a un oggetto immateriale, non tangibile, e a comportarci quindi di conseguenza. Del resto il problema di definire cosa sia un software rivela tutta la sua complessità non appena cerchiamo di risolverlo in maniera semplice e concisa. Un oggetto non tangibile, fisico ma in maniera del tutto differente dagli oggetti materiali a cui siamo abituati – case, strade, banchi, automobili – che solleva interrogativi non solo su come interagire con esso, ma anche su come preservarlo e conservarlo. In questo senso la non materialità del software apre tutta una serie di sfide, da quelle etiche e politiche ormai all'ordine del giorno, fino a quelle meno discusse, ma non meno importanti, che riguardano il modo in cui conservare per studiare il software prodotto.

Questo numero di Mondo Digitale presenta un articolo che discute proprio della conservazione del software, e nello specifico dei modi per preservare il codice sorgente considerandolo un oggetto degno da curare come gli oggetti – siano essi opere d'arte o manufatti artigianali – che sono conservati nei nostri musei. Conservare significa mantenere viva la memoria di una disciplina ma anche studiarne la produzione culturale. Come spiega in questo numero Roberto Di Cosmo, attivo da molti anni su questo fronte, le sfide di questa conservazione sono enormi, ma sono essenziali da cogliere non solo per preservare il passato ma per preparare il futuro. Si tratta di una riflessione nuova e non abituale di cui la nostra rivista vuol rendere conto. L'attenzione a come preservare il codice sorgente rende molto bene l'idea, più delle tante pubblicazioni accademiche a riguardo, di quanto l'informatica sia uscita oggi non solo da quella prima fase in cui era ancora una *"hacking science"*, come definita da Peter Denning all'inizio degli anni '80 del secolo scorso, ma si sia avviata verso quella fase di disciplina matura che riflette sui suoi metodi e sulle radici. Si tratta in questo caso di una riflessione su quanto questa disciplina ha prodotto e su quali siano i metodi più appropriati per restituire alle generazioni presenti e future questi *materiali immateriali*.

Ci fa particolarmente piacere, infine, presentare in questo numero una riflessione di Anna Verrini sulla fantascienza e, in particolare, sui racconti di fantascienza di Franco Filippazzi. Come molti dei nostri lettori sanno, la fantascienza ha spesso

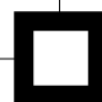
0

1

0

1

0



trovato spazio su Mondo Digitale, e i racconti di Filippazzi sui numeri di fine anno in particolare. La fantascienza, infatti, offre lo spunto per considerazioni culturali ad ampio raggio ma anche una prospettiva inconsueta per riflettere sul nostro futuro; ci ricorda che siamo noi a dare forma a questo futuro attraverso le scelte che oggi ci accingiamo a fare e di cui abbiamo la responsabilità.

Vi auguriamo quindi una buona lettura e un arrivederci al nuovo anno con alcune novità.

Viola Schiaffonati

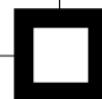
# Preservare il codice sorgente di tutto il software: perchè è necessario, e come farlo

Roberto Di Cosmo

## Sommario

*Il software è al centro di tutte le attività delle nostre società moderne, e il codice sorgente di questo software è un importante prodotto della creatività umana, che incorpora una porzione crescente della nostra conoscenza scientifica, organizzativa e tecnologica: è parte del nostro patrimonio culturale ed è nostra responsabilità collettiva assicurare che non vada perso. Il compito è enorme e la posta in gioco è colossale: da un lato, si tratta di preservare il passato del software, il che richiede un notevole sforzo di ricerca e sviluppo, non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche storico e organizzativo. Dall'altro, si tratta di costruire un grande strumento per osservare lo sviluppo attuale del software e preparare un software migliore per il futuro. Preservare la storia del software è infatti un fattore chiave per la riproducibilità della ricerca, e un mezzo per promuovere un software migliore e più sicuro per la società. Questa è la missione assunta da Software Heritage: costruire un archivio universale specificamente progettato per i codici sorgente del software, un bene comune che deve essere reso disponibile a tutti, e al tempo stesso un'infrastruttura internazionale per conciliare la conservazione di questo bene comune con la sovranità delle nazioni.*

**Parole chiave:** archivio, software, codice sorgente, patrimonio culturale, trasformazione digitale, infrastruttura.



## Abstract

*Software is at the heart of all the activities of our modern societies, and the source code of this software is an important product of human creativity, embodying a growing portion of our scientific, organizational and technological knowledge: it is part of our cultural heritage, and it is our collective responsibility to ensure that it is not lost. The task is enormous and the stakes are colossal: on the one hand, it's about preserving software's past, which requires a significant research and development effort, not only from a technological perspective, but also from a historical and organizational one. On the other, it's about building a great tool to observe current software development and prepare better software for the future. Preserving software history is indeed a key factor for research reproducibility, and a means to promote better and safer software for society. This is the mission assumed by Software Heritage: to build a universal archive specifically designed for software source code, a common good that must be made available to all, and at the same time an international infrastructure to reconcile the preservation of this common good with the sovereignty of nations.*

**Keywords:** archive, software, source code, cultural heritage, digital transformation, infrastructure.

## 1. Preservare il codice sorgente del software in quanto prezioso patrimonio culturale

In pochi decenni, il software è diventato il motore della nostra industria, il carburante dell'innovazione, lo strumento essenziale che usiamo per comunicare, per mantenerci, per realizzare qualsiasi tipo di transazione e operazione, per organizzarci nella società e per formare le nostre opinioni politiche. Controlla il sistema di bordo dei nostri mezzi di trasporto o di comunicazione, gli scambi commerciali e finanziari. È il cuore delle attrezzature e dei dispositivi medici; mantiene le reti di trasporto e di comunicazione, le banche e le istituzioni finanziarie senza problemi. Il software è fondamentale per il funzionamento delle organizzazioni economiche, sociali e politiche, sia pubbliche che private, sia su dispositivi mobili che nel cloud. È anche il mediatore indispensabile per accedere a tutte le informazioni digitali e, insieme agli articoli e ai dati, è uno dei pilastri della ricerca moderna (Noorden et al., 2014). Il software sta quindi incorporando *una parte importante* del nostro patrimonio scientifico, tecnico e industriale, e porta con sé grandi sfide strategiche.

Se si guarda da vicino, è facile vedere che la vera conoscenza contenuta nel software non è nei programmi eseguibili, ma nel "codice sorgente", che secondo la definizione usata nella General Public License (una delle prime licenze per il software libero), è "la forma preferita da uno sviluppatore per fare

una modifica a un programma”<sup>1</sup>. Il codice sorgente è una forma speciale di conoscenza: è pensato per essere *compreso da un essere umano*, lo sviluppatore, e può essere tradotto meccanicamente in una forma da *eseguire* direttamente su una macchina. La stessa terminologia usata dalla comunità informatica è eloquente: i “linguaggi di programmazione” sono usati per “scrivere” software. Come ha scritto Harold Habelson già nel 1985, “i programmi devono essere scritti in primo luogo perchè altri esseri umani possano leggerli” (Abelson & Sussman, 1985). Il codice sorgente del software è quindi una *creazione umana allo stesso modo di altri documenti scritti*, e gli sviluppatori di software meritano lo stesso rispetto degli altri creatori.

Infine, il codice sorgente del software è sempre più complesso, e viene regolarmente modificato da gruppi di sviluppatori che collaborano per farlo evolvere: è diventato essenziale, per capirlo, avere anche accesso alla sua storia di sviluppo. Il codice sorgente del software è quindi un patrimonio culturale prezioso, come già sostenuto da Len Shustek in un articolo del 2006 (Shustek, 2006), ed è essenziale garantirne la conservazione. In un recentemente editoriale con Donald Knuth (Knuth & Shustek, 2021) ci invita a ricostruire la storia dei programmi che hanno segnato lo sviluppo dell’informatica. La relativa giovinezza della nostra disciplina ci offre il privilegio unico di poter accedere direttamente, a differenza di quanto avviene per esempio in fisica o in matematica, *alle persone che lo hanno creato, o i loro collaboratori, la maggioranza dei quali sono ancora in vita*. Ma ogni anno che passa perdiamo alcune di queste persone preziose ed è nostra responsabilità agire rapidamente per raccogliere le loro testimonianze e recuperare il codice sorgente dei loro programmi. Si tratta di una missione al tempo stesso importante e complessa, che richiede non solo competenze tecniche ma anche lo sviluppo di una metodologia storica adatta a questo nuovo tipo di patrimonio culturale.

## 2. Preservare il codice sorgente del software in quanto pilastro della scienza aperta

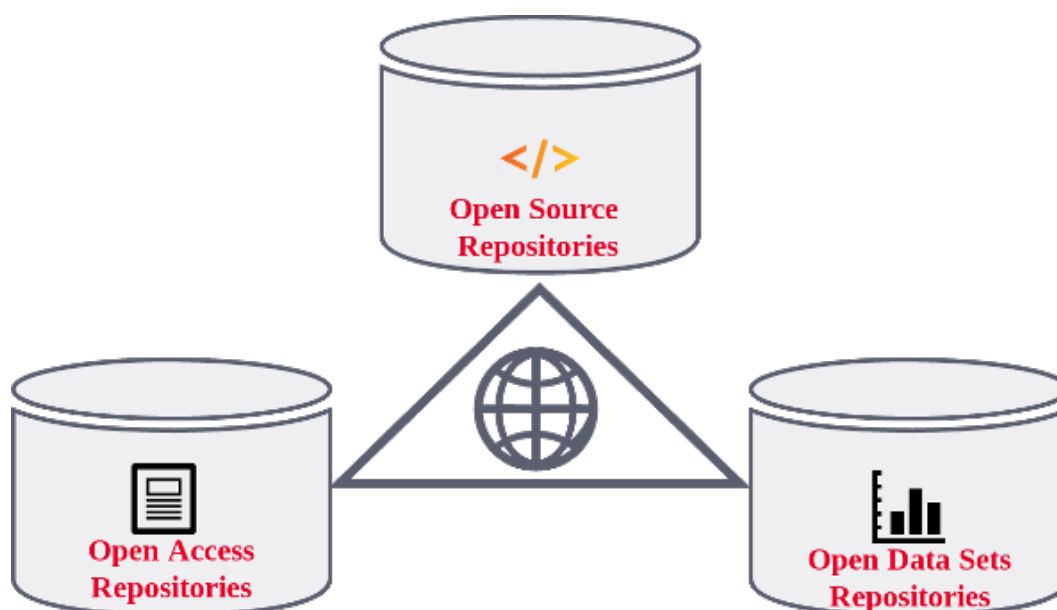
La dimensione storica fornisce già di per sè una motivazione forte, ma non è la sola ragione per agire rapidamente. Da ormai due decenni assistiamo all’emergenza di un movimento per la “scienza aperta” che rivendica la necessità di rendere le conoscenze scientifiche liberamente accessibili, non solamente tra esperti di uno specifico dominio, ma ad ogni persona interessata. All’inizio questo movimento si è focalizzato sull’*open access*, e la problematica posta dall’appropriazione dei risultati della ricerca da parte di case editrici che da fornitori di un utile servizio di diffusione dei risultati, prima dell’era Internet, sono progressivamente divenute multinazionali con interessi opposti a quelli della comunità scientifica (Di Cosmo, 2006).

L’attenzione si è poi spostata sulla questione della trasparenza e della riproducibilità dei risultati della ricerca, che richiede, oltre all’accesso libero alle pubblicazioni, anche la messa a disposizione dei dati prodotti e utilizzati: si

<sup>1</sup> GNU91. Licenza pubblica generale Gnu, versione 2, 1991. Recuperato nel settembre 2015.

parla quindi di “open data” per la ricerca, con tutte le questioni attinenti alla selezione, conservazione e descrizione di questi dati con appropriate informazioni che permettono di identificarli, combinarli e riutilizzarli, spesso riassunte nell’acronimo FAIR, per “*findable, accessible, interoperable and reusable*” (Wilkinson, 2016).

Le pubblicazioni e i dati sono indubbiamente due pilastri della scienza aperta, ma il software, e in particolare il codice sorgente del software, che incorpora come abbiamo visto più sopra la conoscenza necessaria a comprendere il suo funzionamento, è un terzo pilastro essenziale per permettere di verificare e riutilizzare i risultati pubblicati (Figura 1).



**Figura 1**  
*I tre pilastri della scienza aperta*

Diventa quindi essenziale dotarsi di una infrastruttura che permetta di archiviare a lungo termine e identificare precisamente ogni versione del codice sorgente di ogni software utilizzato nell’attività di ricerca. C’è però una differenza importante rispetto a quanto avviene per gli archivi di pubblicazioni scientifiche, o di dati della ricerca: il software è un oggetto complesso, che fa intervenire molteplici interdipendenze su componenti che sono in larga parte sviluppati e mantenuti da imprese e comunità di sviluppatori che si trovano completamente al di fuori dell’ambito accademico. Non basta, quindi, preservare solo il software accademico, ma *bisogna preservare tutto il software* su cui il software accademico si basa, e bisogna adottare le tecniche largamente utilizzate dalla comunità internazionale che sviluppa il software.

### 3. Preservare il codice sorgente del software per migliorare la qualità del software

Abbiamo visto due forti motivazioni per un archivio universale, che contenga il codice sorgente di tutto il software pubblicamente disponibile, con la sua storia del suo sviluppo: la conservazione del patrimonio culturale ivi contenuto e il bisogno di rendere la ricerca più trasparente e riproducibile. Ma un tale archivio risponde anche a un terzo bisogno, che si rivela ogni giorno più imperioso: la costruzione di una infrastruttura aperta e condivisa al servizio della sicurezza e della qualità del software utilizzato in ogni dominio dell'attività umana.

Un archivio universale che utilizza le tecnologie appropriate risponde al bisogno di garantire la disponibilità del codice sorgente dei componenti utilizzati nei sistemi informatici, di assicurarne l'integrità e di permetterne la tracciabilità. Questi sono prerequisiti essenziali per ridurre i rischi legati alle crescenti minacce alla sicurezza dei sistemi informatici, come anche notato nell'ordine esecutivo di maggio 2021 dell'amministrazione Biden sulla cybersecurity<sup>2</sup>, in cui si sottolinea l'importanza di creare dispositivi che permettono di *“ensuring and attesting, to the extent practicable, to the integrity and provenance of open source software used within any portion of a product.”*

### 4. Software Heritage : l'archivio universale del codice sorgente

La missione di Software Heritage, un'iniziativa lanciata nel 2015 con il sostegno di Inria<sup>3</sup>, è di *raccogliere, organizzare, conservare e rendere facilmente accessibile* tutto il *codice sorgente* pubblicamente disponibile sul pianeta, indipendentemente da dove e come è stato sviluppato o distribuito. L'obiettivo è quello di costruire un'infrastruttura comune, che permetterà una molteplicità di applicazioni: l'obiettivo è di preservare il codice sorgente a lungo termine contro i rischi di distruzione, ma anche di facilitare la pratica della scienza aperta, semplificare la tracciabilità del codice sorgente e consentire studi su larga scala sul codice e sui processi di sviluppo attuali, al fine di migliorarli e quindi preparare un futuro migliore.

#### Un compito complesso

Archiviare tutto il codice sorgente disponibile è un compito complesso: come dettagliato nell'articolo (Abramatic et al., 2018); si devono mettere in campo strategie diverse a seconda che si cerchi di raccogliere codice sorgente aperto o proprietario. Inoltre il codice sorgente che è facilmente disponibile online non è trattato allo stesso modo di quello che si trova su vecchi supporti fisici. Per il

<sup>2</sup> Vedere la Sezione 4, punto (x) dell'ordine esecutivo del 12 Maggio 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/05/12/executive-order-on-improving-the-nations-cybersecurity/>.

<sup>3</sup> Creato nel 1967, Inria è un istituto scientifico e tecnologico pubblico specializzato in matematica e informatica, sotto la doppia supervisione del Ministero dell'Istruzione Superiore, della Ricerca e dell'Innovazione e del Ministero dell'Economia e delle Finanze.



codice sorgente del software sviluppato nei primi decenni della storia dell'informatica, è necessario mettere in atto un vero processo di archeologia informatica; questo lavoro già stato iniziato attraverso una collaborazione con l'Università di Pisa e l'UNESCO che ha portato al processo SWHAP che è stato utilizzato per recuperare, documentare e archiviare software significativi della storia dell'informatica in Italia (vedi <https://www.softwareheritage.org/swhap>). Per il codice open source che è facilmente disponibile online, l'approccio più appropriato è quello di costruire una sorta di "aspiratore" che raccolga automaticamente il contenuto da una grande varietà di piattaforme di sviluppo collaborativo, come GitHub, GitLab.com o BitBucket, o piattaforme di distribuzione di pacchetti software, come Debian, NPM, CRAN o Pypi.

A prima vista questo approccio può sembrare simile a quello usato per l'archiviazione del web, ma ad un esame più attento diventa subito evidente che la sfida è molto più difficile. Prima di tutto, poiché non esiste un protocollo standard, è necessario costruire un adattatore specifico per ciascuna delle piattaforme di sviluppo e distribuzione del software, al fine di estrarre la lista dei progetti software che esse ospitano<sup>4</sup> (vedere la Figura 3). In secondo luogo, ci troviamo di fronte a una pleora di diversi formati e modelli di dati utilizzati per tenere traccia della storia dello sviluppo, il che pone un grosso problema se vogliamo assicurarci che questa storia sia leggibile in futuro, anche quando gli strumenti utilizzati per costruirla, come git, darcs, subversion o mercurial<sup>5</sup>, diventeranno obsoleti. A questo scopo, stiamo costruendo una seconda famiglia di adattatori, che chiamiamo "loaders", per convertire le informazioni contenute nei diversi sistemi di controllo di versione e nei formati dei pacchetti in una struttura dati comune, semplice e mantenibile<sup>6</sup>.

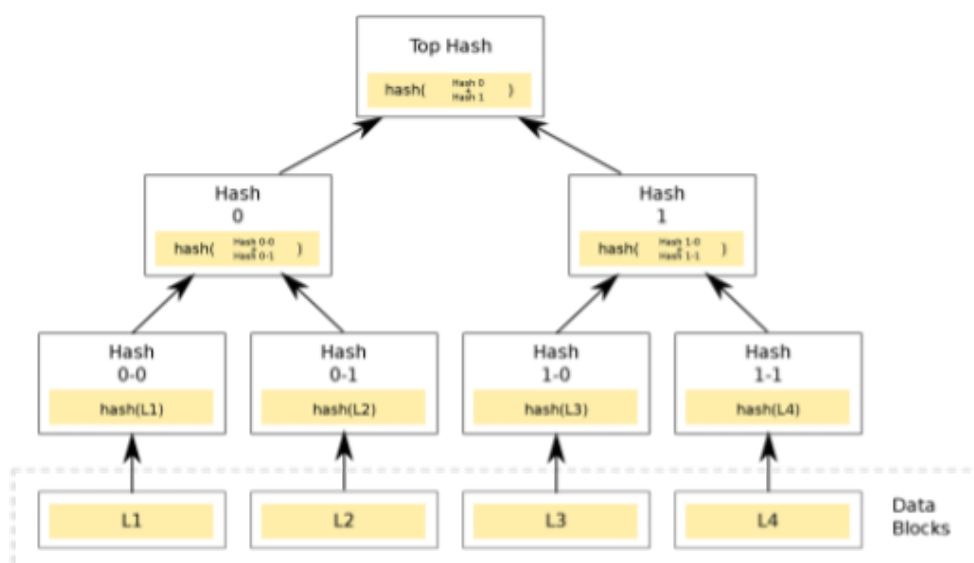
Questa struttura di dati è una generalizzazione degli alberi di Merkle, inventati più di 40 anni fa, e i cui principi sono ora ampiamente utilizzati in applicazioni diverse come sistemi di controllo distribuiti, blockchain o file system distribuiti (Merkle, 1987). La Figura 2 mostra un esempio di albero di Merkle e la generalizzazione utilizzata in Software Heritage si può trovare dettagliata in (Di Cosmo, 2017).

<sup>4</sup> Questi adattatori li chiamiamo "listers" nella nostra infrastruttura.

<sup>5</sup> Questi sono tre popolari *sistemi di controllo di versione*, strumenti utilizzati per tracciare le modifiche fatte al codice sorgente di un software, vedere per esempio l'articolo di Wikipedia per maggiori dettagli: [https://it.wikipedia.org/wiki/Controllo\\_versione](https://it.wikipedia.org/wiki/Controllo_versione)

<sup>6</sup> Ci sono decine di sistemi di controllo di versione e di formati diversi per i pacchetti sorgente del software, che sono in continua evoluzione. Se si archiviassero i codici sorgenti usando questi formati, sarebbe necessario mantenere operazionali tutte le diverse versioni di ognuno di questi strumenti per poter ritrovare le informazioni, e si perderebbe la visione globale dell'evoluzione del software a livello mondiale.

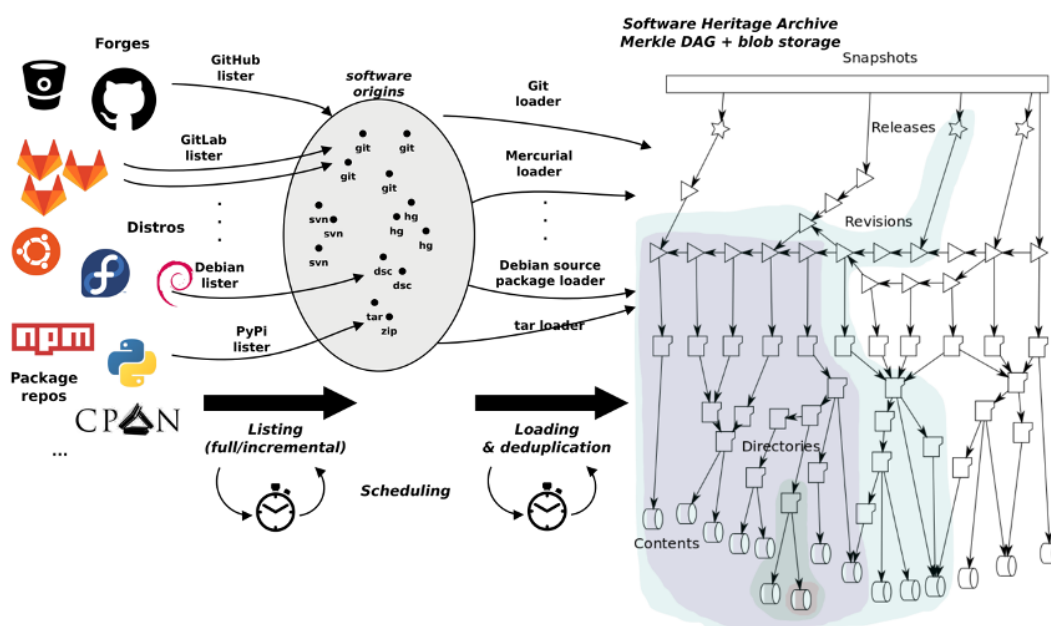




**Figura 2**  
Struttura di un albero di Merkle

Questa struttura ha molti vantaggi: ad ogni artefatto archiviato viene assegnato un identificatore intrinseco, che può essere verificato in modo indipendente (Di Cosmo et al., 2020), i contenuti sono deduplicati, il che permette di ridurre notevolmente la dimensione dell'archivio e il grafico risultante permette di tenere traccia di come gli stessi codici sorgente siano riutilizzati tra progetti diversi. L'architettura risultante è descritta nella Figura 3: l'aspiratore si collega alle numerose piattaforme che contengono progetti software, utilizzando gli adattatori di tipo “*lister*” (parte sinistra della figura), per costruire la lista dei progetti software disponibili e la natura dei formati in cui sono impacchettati i codici sorgenti (parte centrale della figura), quindi procede a scaricarli e a convertirli, usando gli adattatori di tipo “*loader*”, nel formato uniforme del grafo di Merkle (parte sinistra della figura).

Oltre allo scaricamento automatico e periodico di contenuti da piattaforme conosciute, Software Heritage mette a disposizione anche due altre modalità di raccolta del codice sorgente. La prima, chiamata “*save code now*” e disponibile su <https://save.softwareheritage.org>, permette a chiunque di proporre l'archiviazione di un progetto software pubblicamente accessibile: questa funzionalità è particolarmente utile per i ricercatori che desiderano far archiviare specifici componenti software importanti per la loro attività e ottenere un identificatore crittografico per referenziarli. Una guida specificamente realizzata per gli utenti in ambito accademico è disponibile su <https://www.softwareheritage.org/howto-archive-and-reference-your-code/> e fornisce anche indicazioni su come citare il software in modo appropriato negli articoli di ricerca.



**Figura 3**  
Architettura semplificata dell'aspiratore di Software Heritage

Un'altra modalità è il deposito diretto nell'archivio di Software Heritage, specificamente concepita per permettere a riviste, conferenze e portali open access di archiviare codice sorgente associato a pubblicazioni di rilevanza scientifica, con appropriati metadati: il portale nazionale francese HAL, le riviste eLife, IPOL et JOT utilizzano già questo servizio.

### Una missione universale

Al di là della complessità tecnica, la missione universale del Software Heritage pone notevoli sfide strategiche: come garantire la sua sostenibilità a lungo termine? Come garantire che rimanga al servizio di tutti e non sia privatizzato o controllato da interessi particolari? Come possiamo trovare tutti i codici sorgente scritti negli ultimi decenni? Come possiamo massimizzare le possibilità che il prezioso patrimonio così raccolto sia conservato a lungo termine?

Questi temi sono stati al centro delle riflessioni che hanno portato alla definizione di alcuni principi fondanti dell'iniziativa Software Heritage (Abramatic et al, 2018; Di Cosmo & Zacchioli, 2017): uso sistematico di software open source per costruire l'infrastruttura del Software Heritage, in modo che possa essere compreso e replicato all'occorrenza; costruzione di una rete globale di *mirror*<sup>7</sup> indipendenti dell'archivio, perché un gran numero di copie è la migliore protezione contro perdite e attacchi; scelta di una struttura non profit,

<sup>7</sup> Un '*mirror*' è una copia dell'archivio mantenuta da un'entità indipendente.

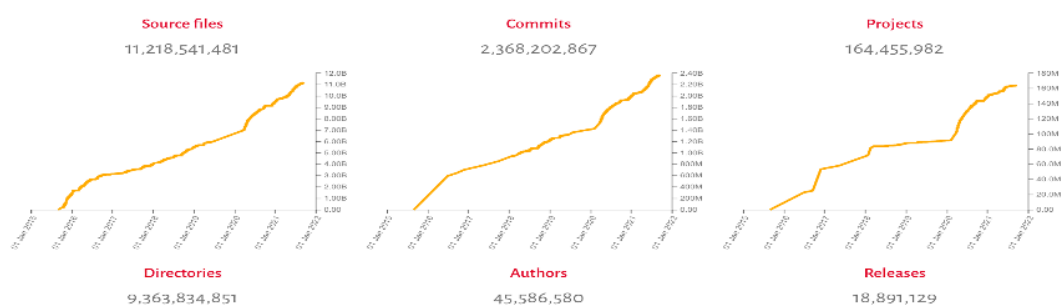
internazionale e multipartner, per minimizzare il rischio di avere singoli punti di fallimento, e per garantire che il Software Heritage sia al servizio di tutti.

L'impegno in questa iniziativa di personalità con una lunga storia di servizio al bene comune, come Jean-François Abramatic e Stefano Zacchiroli, è un elemento molto importante. Naturalmente, una tale missione richiede anche una legittimità istituzionale e una reale capacità di apertura per federare un ampio consenso. L'accordo quadro firmato tra Inria e UNESCO il 3 aprile 2017 è in questo senso sia un riconoscimento dell'importanza della missione sia una grande opportunità di stabilire collaborazioni a livello globale per realizzarla.

Un passo importante in questa direzione è stato l'incontro del gruppo di esperti internazionali tenutosi all'UNESCO nel novembre 2018, che ha portato alla Paris Call for Software Source Code, disponibile online su <https://en.unesco.org/foss/paris-call-software-source-code>. Questo documento fornisce un'analisi dettagliata del perché il codice sorgente del software è diventato un problema importante e raccomandazioni per azioni concrete in modo da affrontare le sfide in atto. Tra queste raccomandazioni c'è il sostegno allo sforzo iniziato con il Software Heritage per costruire un'infrastruttura internazionale per la conservazione del codice sorgente del software.

## 5. Passato, presente, futuro: molto più di un archivio!

Software Heritage è un'infrastruttura che cresce di giorno in giorno, e se la maggior parte dei contenuti dell'archivio è frutto di una raccolta automatica in linea, si cominciano ad archiviare anche codici sorgenti ottenuti attraverso il paziente lavoro di recupero di software storici significativi, secondo un processo di acquisizione che è stato sviluppato in collaborazione con l'Università di Pisa e l'UNESCO<sup>8</sup>.



**Figura 4**  
*Numero di progetti, file sorgente e versioni archiviati nel Software Heritage a settembre 2021 (vedi <https://www.softwareheritate.org/archive>)*

L'eshaustività è ancora lontana dall'essere raggiunta, ma l'archivio contiene già il più grande corpus di codice sorgente disponibile sul pianeta, con più di 160 milioni di origini, per oltre 11 miliardi di file sorgente unici (Figura 4), ognuno

<sup>8</sup> Vedi SWHAP su <https://www.softwareheritate.org/swhap>

dotato di un identificatore normalizzato, chiamato SWHID (per Software Heritage Identifier) costruito usando la tecnica delle firme crittografiche (hash), dettagliati in (Di Cosmo et al., 2018).

Questa infrastruttura unica ha una missione multipla: naturalmente, si tratta di preservare per le generazioni future i codici sorgente del *passato* che hanno fatto la storia dell'informatica e della società dell'informazione, ma anche, e soprattutto, di costruire il *grandissimo telescopio* che ci permetterà di esplorare l'evoluzione *attuale* della *galassia di sviluppo del software*, per comprenderla meglio e migliorarla, e per costruire un *futuro* tecnologico migliore.

### Una questione strategica

L'archivio Software Heritage è già la più grande collezione di codice sorgente del pianeta, ma c'è ancora molta strada da fare: è necessario continuare a riunire le competenze scientifiche e tecniche, così come le risorse finanziarie e umane, per poter costruire la memoria di una parte importante della tecnologia e della scienza che è al centro della transizione digitale, in un momento in cui possiamo ancora sperare di avere accesso a tutto ciò che è stato realizzato dall'inizio della ancora breve storia dell'informatica.

Ma c'è di più: in un momento in cui è chiaro che il software è diventato una componente essenziale di tutte le attività umane, l'accesso illimitato ai codici sorgente del software pubblicamente disponibili, così come alle informazioni qualificate sulla loro evoluzione, sta diventando una questione di autonomia strategica per tutte le nazioni. Lasciare il codice sorgente del software solo su infrastrutture private, o soggette alla giurisdizione di una sola nazione, espone infatti le altre nazioni al rischio di vedersi proibire l'accesso sulla base di scelte commerciali o politiche su cui non hanno alcun controllo.

L'infrastruttura unica che Software Heritage sta costruendo, e il suo approccio universale, è un elemento essenziale per affrontare questa sfida, preservando la dimensione di bene comune dell'archivio.

È quindi di estrema importanza che gli attori istituzionali, industriali, accademici e della società civile comprendano l'importanza di questi temi e che l'Europa si posizioni rapidamente, fornendo le risorse necessarie per far crescere e durare Software Heritage, in modo da prendere posto accanto ad altri attori internazionali già impegnati e sostenendo la creazione di un'istituzione internazionale senza scopo di lucro che porti avanti questa missione a lungo termine.

### Per ulteriori informazioni

Maggiori informazioni sul progetto possono essere reperite al seguente link [www.softwareheritage.org](http://www.softwareheritage.org), [annex.softwareheritage.org](http://annex.softwareheritage.org) e [wiki.softwareheritage.org](http://wiki.softwareheritage.org).

È possibile esplorare facilmente i codici sorgente contenuti nel Software Heritage su [archive.softwareheritage.org](http://archive.softwareheritage.org).

## Licenza

Testo disponibile per la distribuzione secondo i termini della licenza Creative Commons CC-BY 4.0

## Bibliografia

ABELSON, H., & SUSSMAN, G. J. S. con J. (1985). *Struttura e interpretazione dei programmi informatici*. Il MIT Press.

ABRAMATIC, J.-F., DI COSMO, R., & ZACCHIROLI, S. (2018). Costruire l'archivio universale del codice sorgente. *Comun. ACM*, 61(10), 29-31. <https://doi.org/10.1145/3183558>

DI COSMO, R. (2006, giugno) Scientific publications: The role of public administrations in the ICT era. *Upgrade*, 7(3):41--47, June 2006. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03362932>

DI COSMO, R., GRUENPETER, M., & ZACCHIROLI, S. (2018, settembre). Identificatori per oggetti digitali: il caso della conservazione del codice sorgente del software. *Atti della 15a conferenza internazionale sulla conservazione digitale, iPRES 2018, Boston, USA*. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KDE56>

DI COSMO, R., GRUENPETER, M., & ZACCHIROLI, S. (2020). Referenziare gli artefatti del codice sorgente: una preoccupazione separata nella citazione del software. *Computing in Science & Engineering*. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2019.2963148>

DI COSMO, R., & ZACCHIROLI, S. (2017, settembre). Software Heritage: perché e come conservare il codice sorgente del software. *Atti della 14a conferenza internazionale sulla conservazione digitale, iPRES 2017*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01590958/>

KNUTH, D. E., SHUSTEK, L. (2021). Let's not dumb down the history of Computer Science. *Communications of the ACM* Volume 64 Issue 2 February 2021 pp 33–35 <https://doi.org/10.1145/3442377>

MERKLE, R. C. (1987). Una firma digitale basata su una funzione di crittografia convenzionale. *Advances in Cryptology - CRYPTO '87, A Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Santa Barbara, California, USA, August 16-20, 1987, Proceedings*, 369-378. [https://doi.org/10.1007/3-540-48184-2\\_32](https://doi.org/10.1007/3-540-48184-2_32)

NOORDEN, R. V., MAHER, B., & NUZZO, R. (2014). I 100 migliori documenti. *Nature*, 514(7524), 550-553. <https://doi.org/10.1038/514550a>

SHUSTEK, L. J. (2006). Cosa dovremmo raccogliere per conservare la storia del software? *IEEE Annals of the History of Computing*, 28(4), 110-112. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2006.78>

WILKINSON, M. D. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

## Biografia

**Roberto Di Cosmo.** Alunno della Scuola Normale Superiore di Pisa, con un dottorato in Informatica presso l'Università di Pisa, Roberto Di Cosmo è stato professore associato per quasi un decennio all'Ecole Normale Supérieure di Parigi. Nel 1999 è diventato professore ordinario di Informatica all'Università Paris Diderot (oggi Université de Paris), dove è stato responsabile degli studi di dottorato di Informatica dal 2004 al 2009. Presidente del consiglio di amministrazione e del comitato consultivo scientifico dell'istituto IMDEA Software, e membro del comitato nazionale per l'Open Science in Francia, è attualmente ospite presso Inria.

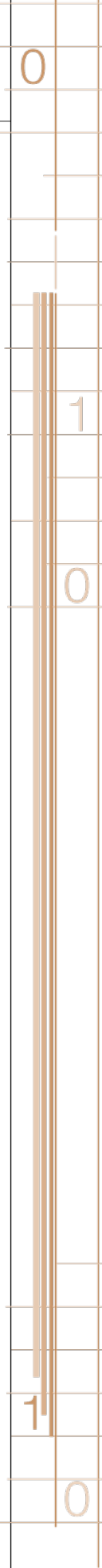
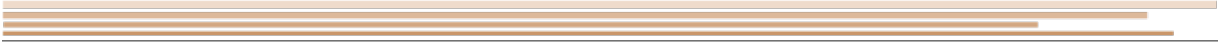
La sua attività di ricerca abbraccia il calcolo teorico, la programmazione funzionale, la programmazione parallela e distribuita, la semantica dei linguaggi di programmazione, i sistemi di tipi, la riscrittura e la logica lineare, e, più recentemente, i nuovi problemi scientifici posti dall'adozione generale del Software Libero, con particolare attenzione all'analisi statica di grandi collezioni di software. Ha pubblicato oltre 20 articoli su riviste internazionali e 50 articoli di conferenze internazionali.

Nel 2008, ha creato e coordinato il progetto di ricerca europeo Mancoosi, che aveva un budget di 4.4Me e riuniva 10 partner per migliorare la qualità dei sistemi software open source basati su pacchetti.

Seguendo con grande interesse l'evoluzione della nostra società sotto l'impatto dell'informatica, è un sostenitore a lungo termine del Software Libero, contribuendo alla sua adozione dal 1998 con il best-seller Hijacking the world, seminari, articoli e software. Ha creato nell'ottobre 2007 il gruppo tematico Software Libero di Systematic, che ha contribuito a finanziare oltre 50 progetti collaborativi di ricerca e sviluppo Open Source per un budget consolidato di oltre 200Me. Dal 2010 al 2018 è stato direttore di IRILL, una struttura di ricerca dedicata alla qualità del Software Libero e Open Source.

Ha creato nel 2015, e ora dirige Software Heritage, un'iniziativa per costruire l'archivio universale di tutto il codice sorgente pubblicamente disponibile, in collaborazione con l'UNESCO.

Email: [roberto@dicosmo.org](mailto:roberto@dicosmo.org)




# Fantascienza: il passato che diventa sempre più rapidamente realtà

Anna Verrini

La fantasia e i sogni degli uomini hanno sempre anticipato di decine, centinaia di anni e, a volte, anche di secoli situazioni, stati psicologici, strumenti che sono diventati realtà nei più diversi aspetti. Un illuminante excursus su questo aspetto viene fatto nell'ultima lezione tenuta dal Prof. Franco Filippazzi all'Università Bicocca di Milano il 31 gennaio 2006.

Sin dall'antichità si sono manifestati sogni dell'uomo che si sono poi realizzati a distanza anche di centinaia di anni, dal volo dell'uomo ai viaggi sulla luna e sotto i mari. Altri racconti hanno anticipato, a volte in maniera ironica, a volte in maniera tragica, fatti e figure politiche che si sono concretizzati nell'arco di un periodo di tempo molto variabile. Per capire quanto sia reale ciò che è stato scritto nell'antichità è sufficiente leggere, a titolo di esempio, *A un governatore non colto*, tratto da una raccolta di scritti di Plutarco. Gli scritti della raccolta fanno parte dei *Moralia*, tradotti da Gino Giardini e pubblicati nei Classici della Bur con il titolo *Consigli ai politici*. Nel racconto è esilarante la descrizione dell'uomo di governo che si sente potente assumendo atteggiamenti da colosso, che è enorme però riesce a rimanere in piedi in equilibrio solo tenendo le gambe larghe, le mani sui fianchi ed il mento sollevato. Ed è pieno di paglia! Peccato che precorra di secoli certi governanti moderni che hanno manifestato il potere che esercitavano assumendo gli atteggiamenti fisici da colosso.

Su quella che potrebbe essere più opportuno chiamare fantapolitica si potrebbe andare avanti per decine di pagine. Basta pensare a George Orwell, con i suoi due romanzi più famosi: *La fattoria degli animali* e *1984*. Si tratta di due romanzi che sicuramente partono dall'analisi della realtà del periodo vissuto dall'autore ma il cui realismo si è riproposto frequentemente in momenti successivi. Di fatto potrebbero essere più opportunamente interpretati come descrizione fantastica





nel periodo in cui l'autore li ha scritti ma che si sono successivamente tradotti in realtà con sempre maggiore frequenza. Purtroppo la storia non insegna mai niente a nessuno consentendo che si ripetano ciclicamente errori già fatti.

Nel primo, *La fattoria degli animali*, è descritto in maniera molto chiara il degrado della classe politica attraverso la rappresentazione di una fattoria/repubblica nella quale al governo si sono insediati gli animali che erano riusciti a spodestare e sostituire gli uomini dei quali si servono come lavoratori comandati da loro.

Nel secondo, *1984*, il cui titolo deriva dall'inversione delle ultime due cifre della data dell'anno, 1948, durante il quale viene iniziata la scrittura del libro pubblicato nel 1949, viene descritta una società governata da un onnipotente partito unico con a capo il Grande Fratello, un personaggio che nessuno ha mai visto di persona e che tiene costantemente sotto controllo la vita di tutti i cittadini. Il totalitarismo del Grande Fratello sviluppa caratteristiche della realtà del momento in certi paesi o di quella preconizzata per altri. Inoltre, in conseguenza della Rivoluzione avvenuta anni addietro, in una terza area si è giunti alla realizzazione di un'unica lingua utilizzabile, detta "Novalingua", un nuovo linguaggio in cui sono ammessi solo termini con un significato preciso e privo di possibili sfumature eterodosse, in modo che riducendone il significato ai concetti più elementari si renda impossibile concepire un pensiero critico individuale. Il razzismo emerge dal ritratto con il quale il capo dei dissidenti viene presentato nei manifesti propagandistici diventando il catalizzatore della rabbia della terza area, cui anche il sesso viene "fortemente disincentivato" esattamente come il libero pensiero, tanto che per gli iscritti al partito unico mettere al mondo figli diventa "il dovere verso il Partito", e la famiglia stessa diventa un vero e proprio strumento di controllo, tant'è che i bambini vengono incoraggiati a osservare i genitori e a riferire al governo ogni loro possibile comportamento ostile al Partito.

È una realtà analizzata e descritta in maniera assolutamente tragica che purtroppo si era già manifestata in parte poco prima che venisse scritto il libro ma che si è molte volte ripetuta negli anni prima e dopo il 1984 con un realismo sempre più vicino a quanto descritto. Il nuovo linguaggio, "Novalingua", sembra essere quello universale creato e usato dai giovani per comunicare attraverso i social network, linguaggio ridotto all'essenziale quasi sempre utilizzato per trasmettere comunicazioni che danno poco spazio a interpretazioni e discussioni vere. Può sembrare azzardato ma a volte un'interpretazione fantastica della realtà può essere più vera della realtà stessa che molto spesso anticipa il futuro. Purtroppo l'uomo non va mai indietro nella storia ad analizzare che cosa è successo, da cui si potrebbe imparare moltissimo per evitare di ripetersi di eventi molto spesso tragici. Alla storia si dovrebbe guardare non per copiare ma per imparare attraverso l'analisi.

Ma è opportuno adesso tornare all'ultima lezione di Franco Filippazzi, tenuta in Bicocca nel 2006, per lasciare quella che deve essere più correttamente definita fantapolitica e parlare di fantascienza. Come afferma Filippazzi: "Fantascienza è il termine con cui si indica in Italia quel tipo di narrativa che nei paesi anglosassoni si chiama *science fiction*, e che consiste nello sviluppare un

intreccio logico partendo da un dato, un'ipotesi o un'intuizione di carattere più o meno scientifico e razionale. È una letteratura peculiare del nostro tempo, sebbene non manchino, nel corso dei secoli, esempi di opere letterarie costruite in questo modo." Come ricordato ancora da Franco Filippazzi, anche in questo caso non mancano precedenti illustri tra i quali il racconto di un viaggio sulla luna nell'*Icaromenippos* di Luciano di Samosata (II sec.d.C), o dei viaggi nello spazio descritti da Cyrano de Bergerac, parecchi anni dopo, nel '700, o ancora i famosissimi *Viaggi di Gulliver* che ci ha lasciato Jonathan Swift, vissuto a cavallo tra il '600 e il '700. Nei suoi viaggi in terre sconosciute, Gulliver arriva nei paesi più strani, tra cui Lilliput, un paese i cui abitanti sono alti una spanna, da cui l'aggettivo lillipuziano, che usiamo ancora oggi.

Ancora nel '700 si trovano esempi di letteratura, quale, ad esempio, la storia di un abitante di Sirio che fa un viaggio sul pianeta Saturno scritta da Voltaire. Però, come già detto, gli scritti di questi autori fanno pensare di più a racconti di fantapolitica, di satira sociale che a estrapolazioni di conoscenza razionale.

Solo lo sviluppo del tecnicismo nella seconda metà dell'800 fa nascere la fantascienza vera e propria come la conosciamo adesso, mettendo a fuoco meccanismi tipici del genere letterario che sta prendendo piede. Seguendo sempre la basilare ricostruzione storica di Franco Filippazzi, siamo nel momento in cui nasce "il romanzo avveniristico" con Jules Verne e Herbert George Wells attraverso i quali sono stati messi a fuoco tipici meccanismi di questo genere letterario. Ed è da qui che si affermano quelli che si possono considerare i veri fondatori della fantascienza: Jules Verne e Herbert George Wells che si spartirono i due filoni principali nei quali si caratterizza ancora oggi la fantascienza. Da una parte il filone che mostra l'interesse verso il progresso tecnico, Jules Verne con i suoi racconti *Dalla terra alla luna*, *Ventimila leghe sotto i mari*, *Viaggio al centro della terra* ed altri, dall'altra il filone che guarda al futuro con occhio critico e pessimistico, Herbert George Wells con *La macchina del tempo*, *L'uomo invisibile*, *La guerra dei mondi* ed altri.

Nonostante gli errori e le ingenuità mostrati, le anticipazioni di Verne sono assolutamente sorprendenti: dal sottomarino elettrico che viaggia sotto la calotta polare, alle macchine anfibe, allo sbarco dell'uomo sulla luna, che ci lasciano meravigliati per quanto hanno saputo anticipare i tempi.

La nascita ufficiale della fantascienza attuale viene inquadrata a inizio '900 con la rivista americana *Amazing Stories* fondata da Hugo Gernsback nel 1926. Lo stadio adulto viene raggiunto però solo agli inizi degli anni '50, quando J.W. Campbell prende la direzione della rivista *Astounding Science Fiction* (oggi *Analog*) portando la nuova narrativa ad un livello letterariamente dignitoso. In ogni caso, alcuni scrittori come Asimov già avevano scritto racconti che sarebbero rimasti indelebilmente legati ai fondamenti della *science fiction*. È lui il primo a parlare di robotica con le tre leggi della robotica, ma non solo. Recentemente sono stati pubblicati alcuni suoi racconti molto interessanti, uno dei quali può essere più facilmente definito un racconto di fantapolitica dove Asimov descrive come avverranno le elezioni in un futuro non meglio definito. Le elezioni avverranno unitariamente in tutto il mondo con un unico elettore che rappresenta l'intera popolazione. Il protocollo prevede che nel periodo che

intercorre tra un'elezione e la successiva venga effettuata una "selezione" che porta a indicare il solo elettore che rappresenterà gli elettori di tutto il mondo. L'unico augurio che possiamo farci è che faccia parte di uno dei pochi errori di Asimov, anche se una certa tendenza in questa direzione può essere individuata molto spesso.

Per l'Italia la fantascienza attuale è ancora prevalentemente una letteratura di importazione. Nel 1953 è nata la rivista *Urania*, rivista di ottima qualità ma che ha visto pubblicati principalmente racconti inglesi e americani tradotti in italiano. Questo filone letterario presenta non solo autori specializzati in fantascienza a tempo pieno, ma anche scrittori di altro genere, non di rado molto famosi, da Dino Buzzati a Primo Levi a Italo Calvino. E oltre a questi anche non scrittori di professione, fra cui scienziati, fisici, matematici, informatici, biologi, premi Nobel.

A questo punto vorrei però andare verso la conclusione di questo brevissimo articolo ricordando come mi sono avvicinata personalmente alla fantascienza. Come tutti gli informatici che si sono formati a cavallo degli anni '60 - '70, mi sono avvicinata a questa materia in un momento nel quale scienza e fantascienza incominciavano a sovrapporsi. La velocità con la quale procedevano ricerca e innovazione non davano più molto spazio alla progettazione di un futuro fantascientifico perché passato, presente e futuro si fondevano nella realtà del presente.

Il primo autore al quale mi sono avvicinata è stato Ray Bradbury con le sue *Cronache marziane* dove racconta di una fantastica colonizzazione del pianeta Marte da parte degli uomini, ripercorrendo per certi versi le vicende dei primi esploratori e coloni che arrivarono in America, che si trovavano davanti grandi spazi e panorami diversi da quelli a cui erano abituati e avevano la possibilità di costruirsi una nuova vita; anche l'incontro e la distruzione di civiltà aliene, sconosciute e considerate inferiori dall'uomo, ricorda la conquista dell'America da parte dei colonizzatori che annientò antiche civiltà e decimò le popolazioni indigene. Forse si tratta ancora di fantapolitica ma sicuramente sono una descrizione ed un'analisi che derivano da eventi già verificati e rappresentati idealmente con i vari racconti delle *Cronache Marziane*. Non dimentichiamo infatti situazioni analoghe già verificatesi in altri paesi come l'Australia e la Nuova Zelanda.

Per molto tempo sono rimasta lontana da questo genere di letteratura anche se alla fantascienza viene ormai riconosciuto un posto rilevante nella cultura contemporanea. "Essa costituisce infatti un modo per illuminare un soggetto - come, può essere il computer - sotto tutta una varietà di angoli non convenzionali, al di là degli schemi ufficiali. Unico limite posto all'esercizio della fantasia dovrebbe essere la plausibilità scientifica". La fantascienza quindi non più soltanto come passatempo, divagazione a ruota libera, evasione dal presente, ma anche come spunto di riflessione, come sostiene ancora Franco Filippazzi.

Sin dagli albori il calcolatore è stato considerato qualcosa di misterioso che non può che creare quel disagio causato dalle brusche variazioni provocate dai

cambiamenti tecnologici in generale. Ricordiamo in particolare le reazioni provocate dalla rivoluzione industriale. Ad ogni invenzione, dai treni a vapore, alle automobili, alle lavatrici, si è verificata una diffusa reazione negativa per motivi prevalentemente estranei agli strumenti stessi, nonostante i benefici che derivavano dal loro utilizzo. Nel caso della rivoluzione industriale le reazioni negative erano principalmente dovute alla perdita dei posti di lavoro che si sarebbe verificata come conseguenza dall'impiego delle nuove macchine per la produzione. Qualcuno si è persino preoccupato della perdita dei posti di lavoro per le lavandaie professionali, senza pensare ai benefici che potevano derivare dal non dover più fare un lavoro così pesante.

Nessuno ha però avuto la lungimiranza di valutare che cosa sarebbe potuto succedere in un futuro neanche troppo lontano a causa dell'enorme aumento dell'utilizzo di materie prime, che non sono certamente infinite, e le cui conseguenze già sono sotto i nostri occhi facendoci così correre ai ripari, sperando che non sia troppo tardi. Ciò vale, in modo particolare, per le tecnologie informatiche. Confesso che il mio particolare atteggiamento deriva da una reazione contro gli appassionati della tecnologia pura che tendono quasi ad esaltare le soluzioni in sé senza tener conto anche delle conseguenze negative alle quali possono portare. Sin dagli albori della sua storia, l'uomo si è ritenuto l'unica entità capace di pensare, ragionare, effettuare manipolazioni simboliche. L'avvento di macchine che prospettano capacità simili è giunto quindi inaspettato e molti hanno visto questo fatto come lo sconvolgimento di un ordine esistenziale senza considerare che queste sono macchine progettate dall'uomo e quindi, in principio, sotto il controllo dell'uomo stesso. La pervasività dell'informatica in tutti i settori della vita umana sta creando un notevole scompiglio perché maggiormente si vede il rischio di una enorme riduzione dei posti di lavoro in tutti gli ambienti, dal settore pubblico a quello privato per l'opportunità che gli strumenti messi in campo possano essere utilizzati troppo facilmente dagli utenti finali eliminando la necessità di assistenza fatta da terzi. Pensiamo a tutti i processi, come per esempio i certificati e i servizi bancari, che possono essere gestiti direttamente senza l'intervento dell'impiegato allo sportello bancario o l'impiegato del comune che esegue il servizio di emissione e consegna del documento che gli viene richiesto. Non è il caso di indicare i vantaggi che ne possono derivare ma è sicuramente opportuno incominciare a pensare a *come* può cambiare il lavoro e il modo di lavorare che né induce riduzione nei posti di lavoro né peggiora il modo di lavorare. Mi sembrerebbe più utile riflettere su come convertire le professionalità e su come formare ad un modo di lavorare diverso.

Ritengo a questo punto che la fantascienza si stia trasformando sempre più rapidamente in una anticipazione di un futuro che tende sempre di più a ravvicinarsi all'oggi se non addirittura all'ieri. Passato, presente e futuro tendono progressivamente a fondersi in un'unica realtà che ci dovrebbe consentire di progettare il futuro. Sempre di più dovremmo progettare soluzioni che eliminino o riducano al minimo le conseguenze negative delle nostre soluzioni ed anche incominciare a valutare le conseguenze negative che derivano da una evoluzione, progettazione e produzione continua ed assolutamente ingiustificata

dell'hardware. Infatti, nella maggior parte dei casi, non si recupera nessun componente e raramente si tiene conto di quanto si butta via di materie rare e di componenti di base dell'elettronica che potrebbero essere invece riutilizzati. Ma a questo punto mi sto trasferendo al problema dell'etica nella professione dell'informatica, argomento di estrema importanza ma che va ben oltre lo spazio di questo breve articolo.

Alla fantascienza quindi può essere attribuita una qualche forma di credibilità come si può vedere dai molti autori che sono scienziati, fisici, matematici, informatici. E vorrei concludere proprio citando i racconti di Franco Filippazzi che da anni scrive bellissime storie di fantascienza che presentano descrizioni del futuro basate sulle sue conoscenze scientifiche e su una profonda conoscenza degli uomini e della società. Alcuni di questi racconti sono stati pubblicati su Mondo Digitale e molti sono disponibili sul sito della rivista web, Nel Futuro <https://www.nelfuturo.com/autore/Franco-Filippazzi>.

## Biografia

**Anna Verrini**, laurea a Torino in Matematica – Indirizzo Applicativo, inizia come Ricercatore CNR all'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino che lascia dopo tre anni e dopo aver vinto il concorso di Assistente Ordinario per la Cattedra di Tecnologia Meccanica. Inizia a lavorare nell'industria privata operando sia in aziende della domanda che dell'offerta, in diversi settori, inizialmente in società del Gruppo IFI.

Completata la progettazione del Sistema Informativo di Raffineria in una Società Petrolifera del Gruppo IFI in Sicilia, rientra a Milano in una Società di software e servizi dove inizia l'attività commerciale e marketing. Qui ha anche un ruolo internazionale in un gruppo europeo incaricato di trasferire sul produttore americano di una soluzione General Ledger le specifiche normative amministrative/fiscali dei paesi europei. Successivamente responsabile del gruppo di lavoro che si occupa della trasformazione della rete di servizi time sharing della Infonet. Lavora quindi in un'azienda che opera nel settore dell'editoria dove ha ancora incarichi internazionali come supporto commerciale e marketing per i paesi del sud Europa. Lasciato il mondo dell'editoria agli inizi degli anni '90, si occupa di settori fortemente innovativi come il commercio elettronico con pagamento con carta di credito collaborando con la Elsag e quindi in Banca Intesa.

Chiusa l'attività lavorativa ha incominciato a fare alcune consulenze, molto spesso in forma di volontariato, con la speranza di riuscire a trasferire sulle nuove generazioni la voglia di risalire la china con l'entusiasmo che ha contraddistinto chi li ha preceduti.

Email: [anna.verrini43@gmail.com](mailto:anna.verrini43@gmail.com)

## EDITORIALE

### **AICA, i primi 60 anni**

*Franco Filippazzi*

Chi scrive è un informatico di lungo corso, che ha avuto modo di vivere tutto il percorso di AICA dalla sua fondazione – 60 anni fa – ad oggi. In occasione di questa ricorrenza mi si affollano nella mente tanti ricordi. Rivedo gli amici con cui ho condiviso esperienze, progetti, convegni, pensieri sul futuro. Sessant'anni possono essere considerati tanti o pochi a seconda il punto di vista: 60 anni sono certamente pochi nella storia dell'umanità, ma gli ultimi 60 sono stati così ricchi di cambiamenti sotto tutti i profili, che si può affermare che valgono per più secoli precedenti. E gran parte dei cambiamenti è riconducibile proprio al settore di cui AICA si occupa. Siamo passati infatti da calcolatori che pesavano tonnellate e occupavano interi saloni, usati solo da pochi esperti, a dispositivi che stanno nella tasca di centinaia di milioni di persone, che li usano quotidianamente per lavorare, comunicare, studiare, informarsi e anche divertirsi. Non è esagerato dire che l'informatica ha cambiato il mondo. E riguardando la storia di AICA possiamo ripercorrere questo straordinario cammino.

## ARTICOLI

### **Sviluppare insieme le competenze digitali e le professioni del futuro**

*Federico Butera*

L'emergenza Covid ha rivelato la centralità dei sistemi professionali della sanità, della logistica, della ricerca e altri. Potenziare i sistemi professionali in tutti i settori è l'investimento prioritario. La digital transformation, se ben gestita come progettazione congiunta di modelli nuovi di tecnologia, organizzazione e lavoro, è l'opportunità per superare i ritardi storici dell'economia e della società italiana. Per competenze digitali dobbiamo intendere l'integrazione fra competenze di dominio, competenze nell'uso e nella progettazione di dispositivi digitali, competenze umane e sociali. Contro l'approccio di considerare le competenze come mattoncini del lego da comporre caso per caso, si propone l'approccio sociotecnico per cui competenze, ruoli, mestieri e professioni vanno progettate e sviluppate insieme, nel contesto del cambiamento tecnologico e organizzativo.

### **IT-Covid19-IT: la risposta della comunità informatica italiana alla pandemia**

*Vincenzo Bonnici, Giovanni Cicceri, Salvatore Distefano, Letterio Galletta, Marco Polignano, Carlo Scaffidi*

La pandemia Covid19 ha avuto un forte impatto sulle nostre vite, anche da accademici. Ne è scaturita una reazione veemente della comunità scientifica i cui risultati sono sotto gli occhi di tutti: vaccini, terapie più puntuali ed efficaci, politiche di contenimento mirate, etc. A tutto ciò, l'informatica ha contribuito in maniera determinante, spesso con funzioni di supporto e servizio alle altre discipline, talvolta in primo piano con applicazioni specifiche per esempio per il distanziamento sociale ed il tracciamento dei contatti. Questo articolo prova a fare una fotografia della reazione della comunità informatica italiana alla pandemia Covid19, elaborando i dati ottenuti da un censimento condotto nel maggio 2020, a seguito della prima ondata, dalla Task Force Covid19-IT istituita allo scopo dal CINI (Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica). I dati ottenuti dalle 131 proposte censite raccontano di una risposta decisa ed articolata della comunità, nata spontaneamente da centinaia di iniziative autonome distribuite su tutto il territorio nazionale e che deve proseguire, magari evolvendo in forme più organizzate.

### **Reti bio-organiche**

*Carlo Milani, Panayotis Antoniadis*

Le piattaforme Internet che attualmente mediano le nostre comunicazioni quotidiane diventano sempre più efficienti nella gestione di grandi quantità di informazioni, rendendo i loro utenti sempre più assuefatti e dipendenti da loro. Esistono però alternative più biologiche e organiche, come le reti comunitarie e associative, che possono consentire ai cittadini di costruire le proprie reti locali dal basso, federate, invece che con soluzioni globali, riducendo l'alienazione tecnica. Esploriamo tali possibilità in quanto opportunità per una dieta mediale più appropriata, nel più ampio contesto di tecnologie appropriate in un mondo a energia limitata.

## ARTICOLI BREVI

### **@ - Cinquant'anni di posta elettronica**

*Silvio Hénin*

La posta elettronica è un canale di comunicazione a cui siamo ormai abituati da decenni, che ha reso obsoleti la posta cartacea, il telegrafo, la telescrivente e perfino il fax. È veloce, conveniente, praticamente gratuita per chi ha un computer e una connessione Internet. È anche ecologica perché non richiede la carta e non necessita di mezzi di trasporto inquinanti. Infine, permette di conservare tutti i messaggi ricevuti e inviati in forma digitale, risparmiando così anche lo spazio fisico di archiviazione.

## RACCONTI

### **Il dono della cometa**

*Giuseppe Longo*



**EDITORIALE**

**From Digital Opportunities to Phigital**

*Giuseppe Mastronardi*

“Nulla sarà più come prima”. Questa frase è stata ripetuta più volte nella storia dell’umanità, dopo le scoperte di Copernico e Galilei, dopo il secondo conflitto mondiale, dopo l’11 settembre e ora a seguito della pandemia da Covid-19. Nell’attuale scenario che vede diminuire i consumi di carburante e aumentare l’uso di comunicazioni telematiche, c’è da chiedersi come vivremo in un prossimo futuro. In questo numero speciale sul Remote Working alcuni esperti del settore ci aiutano ad avere una chiave di lettura dell’evoluzione in atto nei diversi settori di attività, anche attraverso le personali esperienze. Dalla riorganizzazione del lavoro alla opportunità di risveglio delle microimprese attraverso percorsi di trasformazione digitale, dalla Pubblica Amministrazione alla Sanità e alla Giustizia, dalla Scuola all’Università.

**ARTICOLI**

**Dal remote working una sfida per ridisegnare il lavoro**

*Bruno Lamborghini*

**Strategia e metodi per sviluppare lo smart working: un vademecum**

*Federico Butera*

**Beyond remote working, il paradigma del lavoro “smart”. Progettare le interdipendenze**

*Alfredo Biffi*

**L’Economia del Lavoro in Rete: la difficile transizione dal vecchio al nuovo**

*Enzo Rullani*

**Uso corretto delle Reti nello Smart Working**

*Norberto Patrignani*

**Le vignette che raccontano il nostro futuro tecnologico**

*Franco Filippazzi*

**Il Project Management diffuso per il risveglio delle microimprese attraverso percorsi di trasformazione digitale**

*Roberto Bellini*

**Prospettive del Remote Working nella P.A.**

*Stefano Tomasini*

**Il futuro del Remote Working nelle Attività Giudiziarie**

*Floretta Roller*

**Il nuovo mondo dello Smart Health. Può facilitare il lavoro intra-sanitario**

*Francesco Sicurello*

**La didattica delle università. In presenza o a distanza? Cogliamo il meglio dei due modelli**

*Francesco Cupertino*

**La DaD quale fattore di innovazione**

*Pierfranco Ravotto*



**EDITORIALE**

**DIDAMATICA 2021 "Artificial Intelligence for Education"**

*Giovanni Adorni, Mario Allegra, Salvatore Gaglio, Manuel Gentile, Nello Scarabottolo*

L'emergenza pandemica ha acceso i riflettori sulla complessa relazione tra innovazione tecnologica e mondo della scuola. Accanto al tema dell'efficacia del modello di educazione a distanza che ha monopolizzato il dibattito generale, si sono innescate accese discussioni su come la tecnologia possa in futuro ridefinire le fondamenta stesse del sistema scolastico in termini di organizzazione e metodologie. In particolare, il nuovo "rinascimento" che l'IA sta vivendo negli ultimi anni ha stimolato la discussione su come i progressi dell'IA possano influenzare il settore educativo e le future politiche educative. In questo dibattito, si inserisce questo numero speciale della rivista Mondo Digitale, proponendo una selezione di contributi invitati al convegno DIDAMATICA 2021. Il tema della conferenza DIDAMATICA 2021, "Artificial Intelligence for Education", ha voluto fornire al mondo della scuola e dell'innovazione digitale in genere, un'occasione concreta di discussione su come i rapidi avanzamenti nel campo dell'IA potranno influire sui processi di insegnamento e apprendimento.

**BEST PAPERS**

**L'utilizzo dei Serious Game per la divulgazione scientifica: il caso di studio BubbleMumble**

*Mario Allegra, Antonella Bongiovanni, Giuseppe Città, Antonella Cusimano, Valentina Dal Grande, Manuel Gentile, Annamaria Kisslinger, Dario La Guardia, Giovanna Liguori, Fabrizio Lo Presti, Salvatore Perna, Sabrina Picciotto, Simona Ottaviano, Carla Sala, Alessandro Signa*

La divulgazione dei risultati è uno degli obiettivi chiave alla base dei processi di ricerca scientifica. Spesso però, la specificità dei contenuti e la complessità degli argomenti rende difficile il suo raggiungimento, soprattutto nell'ottica di una platea ampia e poco specializzata. In questo contesto, i Serious Games (SG) rappresentano uno strumento utile a trasferire conoscenza mantenendo alti livelli di engagement e risultati efficienti. In questo articolo verrà presentato il caso di studio di BubbleMumble, un SG realizzato all'interno del progetto Horizon VES4US per la divulgazione di concetti legati al mondo delle vescicole extracellulari e alla loro caratterizzazione e funzionalizzazione.

**Una rotta immersiva nei musei del mondo: consapevolezza culturale seguendo una galea**

*Franca Acerenza, Marianna Daniele, Alice Saracchi, Angela Maria Sugliano*

La divulgazione dei risultati è uno degli obiettivi chiave alla base dei processi di ricerca scientifica. Spesso però, la specificità dei contenuti e la complessità degli argomenti rende difficile il suo raggiungimento, soprattutto nell'ottica di una platea ampia e poco specializzata. In questo contesto, i Serious Games (SG) rappresentano uno strumento utile a trasferire conoscenza mantenendo alti livelli di engagement e risultati efficienti. In questo articolo verrà presentato il caso di studio di BubbleMumble, un SG realizzato all'interno del progetto Horizon VES4US per la divulgazione di concetti legati al mondo delle vescicole extracellulari e alla loro caratterizzazione e funzionalizzazione.

**Da ITS a ITR. I social robot come sistemi intelligenti di tutoraggio e di comunicazione**

*Sandro Brignone, Renato Grimaldi, Silvia Palmieri*

I social robot Nao e Pepper si stanno progressivamente diffondendo in diversi settori, tra cui l'educazione e la cura. Il Laboratorio Gallino dell'Università di Torino ha impiegato Pepper per studiare alcune delle possibilità di interazione tra l'uomo e la macchina, in particolare utilizzando le emozioni rilevate dal robot per strutturare le attività e costruire relazioni positive. Nao è stato impiegato come ITR (Intelligent Tutoring Robot) per l'insegnamento delle tabelline nella scuola primaria; lo stesso robot è stato utilizzato come mediatore della comunicazione attraverso i canali social e, in particolare, YouTube, aiutando a elaborare le incertezze dei bambini durante il periodo di pandemia Covid-19. Tali sperimentazioni, seppur all'inizio, stanno fornendo risultati promettenti.

**TikTok come ambiente di apprendimento nella scuola primaria. Uno studio di caso**

*Fabiana Barone*

L'era postmediale vede bambini, preadolescenti, adolescenti e adulti vivere la propria esperienza di vita tra gli ambienti fisici e gli ambienti mediali dei social media. I social media hanno permeato la quotidianità al punto tale da divenire tra i contesti di vita privilegiati di tutte le fasce d'età. Tra le sfide a cui deve rispondere la scuola vi è proprio il rinnovamento, la scuola di oggi, che lotta per proporre percorsi formativi in continuum con l'esperienza quotidiana, con focus sulle situazioni di vita, non può eludere dall'uso dei social media poiché parte della realtà e ambiente di apprendimento autentico per l'acquisizione delle nuove competenze richieste ai cittadini del XXI secolo. L'elaborato propone l'analisi di uno studio di caso sull'uso di TikTok come ambiente di apprendimento nella scuola primaria, individuando tale esperienza come una possibile buona pratica di rinnovamento nella scuola primaria.

**Pensiero Computazionale ed Embodied Cognition**

*Giuseppe Città, Mario Allegra, Marco Arrigo, Giuseppe Chiazese, Antonella Chifari, Valentina Dal Grande, Dario La Guardia, Gianluca Merlo, Salvatore Perna, Simona Ottaviano, Luciano Seta, Alessandro Signa, Manuel Gentile*

L'articolo presenta il framework teorico, la genesi e le tappe fondamentali di un percorso di ricerca intrapreso da un team di ricercatori nell'ambito della riflessione sulle possibili relazioni tra Pensiero Computazionale ed Embodied Cognition. Nello specifico, esso si concentra (a) sul ruolo che la dimensione corporea ricopre nei processi di apprendimento riconducibili all'ambito delle cosiddette discipline STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) e (b) sul nuovo contesto sperimentale ed educativo, il progetto "Stringhe: piccoli numeri in movimento", a cui tale percorso di ricerca ha contribuito a dar vita.

**ATTI DEL CONVEGNO:**

<https://www.aicanet.it/documents/10776/3961221/Atti+Didamatica+2021/6aa944d5-62a4-4b91-8fb9-92357ba068e9>