



IAIC



DGBIC



CREDA

DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA

FONDATA E DIRETTA DA

Alberto M. Gambino

COMITATO DI DIREZIONE

Valeria Falce, Giusella Finocchiaro, Oreste Pollicino,
Giorgio Resta, Salvatore Sica

29 gennaio 2021

Blockchain e smart contracts: sfide e opportunità di un futuro già presente

Marco Rao, Laura Lezzi, Anna Rita Germani

COMITATO SCIENTIFICO

Guido Alpa, Fernando Bocchini, Giovanni Comandè, Gianluca Contaldi,
Vincenzo Di Cataldo, Giorgio Floridia, Gianpiero Gamaleri, Gustavo Ghidini,
Andrea Guaccero, Mario Libertini, Francesco Macario, Roberto Mastroianni,
Giorgio Meo, Cesare Mirabelli, Enrico Moscati, Alberto Musso, Luca Nivarra,
Gustavo Olivieri, Cristoforo Osti, Roberto Pardolesi, Giuliana Scognamiglio,
Giuseppe Sena, Vincenzo Zeno-Zencovich, Andrea Zoppini

E

Margarita Castilla Barea, Cristophe Geiger, Reto Hilty, Ian Kerr, Jay P. Kesan,
David Lametti, Fiona MacMillan, Maximiliano Marzetti, Ana Ramalho,
Maria Páz Garcia Rubio, Patrick Van Eecke, Hong Xue



Nuova
Editrice
Universitaria

La rivista è stata fondata nel 2009 da Alberto M. Gambino ed è oggi pubblicata dall'Accademia Italiana del Codice di Internet (IAIC) sotto gli auspici del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direzione generale biblioteche e istituti culturali (DGBIC) e dell'Università Europea di Roma con il Centro di Ricerca di Eccellenza del Diritto d'Autore (CREDA). Tutti i diritti sono dell'IAIC.

Comitato dei Valutazione Scientifica

EMANUELA AREZZO (Un. Teramo), EMANUELE BILOTTI (Un. Europea di Roma), FERNANDO BOCCHINI (Un. Federico II), ROBERTO BOCCHINI (Un. Parthenope), ORESTE CALLIANO (Un. Torino), LOREDANA CARPENTIERI (Un. Parthenope), LUCIANA D'ACUNTO (Un. Federico II), VIRGILIO D'ANTONIO (Un. Salerno), FRANCESCO DI CIOMMO (Luiss), PHILIPP FABBIO (Un. Reggio Calabria), MARILENA FILIPPELLI (Un. Tuscia), CESARE GALLI (Un. Parma), MARCO MAUGERI (Un. Europea di Roma), ENRICO MINERVINI (Seconda Un.), MARIA CECILIA PAGLIETTI (Un. Roma Tre), ANNA PAPA (Un. Parthenope), ANDREA RENDA (Un. Cattolica), ANNARITA RICCI (Un. Chieti), FRANCESCO RICCI (Un. LUM), GIOVANNI MARIA RICCIO (Un. Salerno), CRISTINA SCHEPISI (Un. Parthenope), BENEDETTA SIRGIOVANNI (Un. Tor Vergata), GIORGIO SPEDICATO (Un. Bologna), ANTONELLA TARTAGLIA POLCINI (Un. Sannio), RAFFAELE TREQUATTRINI (Un. Cassino), DANIELA VALENTINO (Un. Salerno), FILIPPO VARI (Un. Europea di Roma), ALESSIO ZACCARIA (Un. Verona).

Norme di autodisciplina

1. La pubblicazione dei contributi sulla rivista "Diritto Mercato Tecnologia" è subordinata alla presentazione da parte di almeno un membro del Comitato di Direzione o del Comitato Scientifico e al giudizio positivo di almeno un membro del Comitato per la Valutazione Scientifica, scelto per rotazione all'interno del medesimo, tenuto conto dell'area tematica del contributo. I contributi in lingua diversa dall'italiano potranno essere affidati per il referaggio ai componenti del Comitato Scientifico Internazionale. In caso di pareri contrastanti il Comitato di Direzione assume la responsabilità circa la pubblicazione.

2. Il singolo contributo è inviato al valutatore senza notizia dell'identità dell'autore.

3. L'identità del valutatore è coperta da anonimato.

4. Nel caso che il valutatore esprima un giudizio positivo condizionato a revisione o modifica del contributo, il Comitato di Direzione autorizza la pubblicazione solo a seguito dell'adeguamento del saggio.

La Rivista adotta un Codice etico e di buone prassi della pubblicazione scientifica conforme agli standard elaborati dal Committee on Publication Ethics (COPE): Best Practice Guidelines for Journal Editors.

Comitato di Redazione – www.dimt.it – dimt@unier.it

ALESSANDRO ALBANESE GINAMMI, MARCO BASSINI, CHANTAL BOMPREZZI, FRANCESCA CORRADO, CATERINA ESPOSITO, GIORGIO GIANNONE CODIGLIONE, FERNANDA FAINI, MONICA LA PIETRA, SILVIA MARTINELLI, DAVIDE MULA (Coordinatore), ALESSIO PERSIANI, ROSARIA PETTI, MARTINA PROVENZANO (Vice-Coordinatore), MATILDE RATTI, CECILIA SERTOLI, SILVIA SCALZINI, ANDREA STAZI (Coordinatore)

Sede della Redazione

Accademia Italiana del Codice di Internet, Via dei Tre Orologi 14/a, 00197 Roma, tel. 06.3083855, fax 06.3070483, www.iaic.it, info@iaic.it

**BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS:
SFIDE E OPPORTUNITÀ DI UN FUTURO GIÀ PRESENTE**

Marco Rao

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile - ENEA

Laura Lezzi

Dottore commercialista e revisore legale

Anna Rita Germani

“Sapienza” Università di Roma

SOMMARIO: 1. Introduzione – 2. Caratterizzazione degli smart contracts nell'analisi economica del diritto – 3. Criticità degli smart contracts relativamente agli aspetti legali – 4. Conclusioni e implicazioni

ABSTRACT: questo lavoro analizza i cd. smart contracts, o contratti intelligenti, strumenti che incorporano regole e capacità interpretativa del sistema legale, in un'architettura hardware e software dotata di capacità di esecuzione di un contratto in modo autonomo rispetto alle parti contraenti. Speciale enfasi è dedicata alla caratterizzazione degli smart contracts nell'analisi economica del diritto. La parte iniziale introduce alcune informazioni di contesto sulla tecnologia blockchain, per poi proseguire con la caratterizzazione degli smart contracts nell'analisi economica del diritto e con una loro puntuale definizione normativa. Viene evidenziato, inoltre, il legame tecnologico tra smart contracts e blockchain, insieme ad alcune prospettive di sviluppo legate alla Internet of Things. Dopo un rapido cenno alle tipologie di atti interessati dagli smart contracts e la presentazione di un breve modello di codice, utilizzato per fornire un esempio di implementazione concreta di tali contratti, si passano in rassegna alcuni aspetti critici relativi alla loro applicazione, osservati sotto il profilo degli operatori professionali del diritto. In ultimo, si accenna al vasto

dibattito esistente sugli aspetti etici e sociali relativi alla diffusione e all'applicazione della tecnologia blockchain, uno dei paradigmi più rilevanti dell'era digitale in corso e sugli smart contracts, in particolare.

***ABSTRACT:** this work deals with the so-called smart contracts which aim to incorporate rules and interpretative skills, specific to the legal sector, in a hardware and software architecture able to perform a contract independently by the contracting parties. Special emphasis is devoted to the characterization of smart contracts in the economic analysis of law. After a first initial section that introduces some background information on blockchain technology, we look at the characterization of smart contracts within the economic analysis of law approach, and to their normative definitions; subsequently, the technological link between smart contracts and blockchain is highlighted, together with some development perspectives related to the Internet of Things. After a brief outline of the types of activities impacted by smart contracts and the discussion of a short code model, we review some critical aspects related to their implementation, observed from the point of view of the legal operators. The concluding remarks highlight the current vast debate around the ethical and social aspects related to the diffusion and application of blockchain technology, as one of the most relevant paradigms of the current digital age and around smart contracts, in particular.*

JEL classifications: D86, L14, L86, O33

Keywords: Blockchain, Smart Contracts, Law and Economics, Internet of Things.

1. Introduzione

Sebbene si tenda di frequente a identificare in modo quasi biunivoco la tecnologia blockchain¹ con la sola creazione di criptovaluta (prima tra tutte,

¹ Si veda D. Drescher, *Blockchain basics - a non-technical introduction in 25 steps*, 2017, Apress, Berkeley, CA, <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9>; M. Nofer - P. Gomber - O.Hinz - O. et al. *Blockchain*, in *Bus Inf Syst Eng* 59, 2017, pp.183–187,

la tecnologia Bitcoin², è nota l'esistenza di molteplici altre applicazioni di grande rilevanza³, nonostante esse non siano esenti da criticità che possono limitarne l'affermazione, in particolar modo per quanto concerne la sicurezza e la trasparenza del sistema⁴. In questo lavoro, ci soffermiamo su una del-

<https://doi.org/10.1007/s12599-017-0467-3>; Z. Zheng - S. Xie - H. Dai - X. Chen - H. Wang, *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*, 2017 in *IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, Honolulu, HI, 2017 pp. 557-564; J. Yli-Huumo - D. Ko - S. Choi - S. Park - K. Smolander, *Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review*, *PLoS ONE* 11(10), 2016; X. Zheng - R.R. Mukkamala - R. Vatrapu - J. Ordieres-Mere, (2018), *Blockchain-based Personal Health Data Sharing System Using Cloud Storage*, in *IEEE 20th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, Ostrava, 2018, pp. 1-6.

² Si veda: S. Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>; P. Tasca - T. Aste - L. Pelizzon - N. Perony, *Banking beyond banks and money: a guide to banking services in the twenty-first century*, Zurich: Springer, 2016; R. Böhme - N. Christin - B. Edelman - T. Moore T., *Bitcoin: Economics, Technology, and Governance*, in *Journal of Economic Perspectives*, 29 (2), 2015, pp. 213-38; L. Xin - C. Wang, *The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin*, in *Decision Support Systems*, 95, 2017, pp. 49-60; L. Swartz, (2018), *What was Bitcoin, what will it be? The techno-economic imaginaries of a new money technology*, in *Cultural Studies*, 32(4): 2018, pp. 623-650.

³ S. Ølnes, *Beyond Bitcoin Enabling Smart Government Using Blockchain Technology*. In: Scholl H. et al. (eds) *Electronic Government*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 9820. Springer, Cham, 2016; R. Beck, *Beyond Bitcoin: The Rise of Blockchain World*, in *Computer*, vol. 51, no. 2, 2018, pp. 54-58; M. Memon – S.S. Hussain – U.A. Bajwa – A. Ikhlas (2018a), *Blockchain Beyond Bitcoin: Blockchain Technology Challenges and Real-World Applications*, in *International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE)*, Southend, United Kingdom, 2018, pp. 29-34; M. Memon – U.A. Bajwa - A. Ikhlas – Y. Memon – S. Memon – M. Malani, *Blockchain Beyond Bitcoin: Block Maturity Level Consensus Protocol*, in *2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*, Bangkok, 2018, pp. 1-5; H. Halaburda – M. Sarvary M, *Beyond Bitcoin - The Economics of Digital Currencies*, Palgrave Macmillan, New York, 2016; S. Mansfield-Devine S., *Beyond Bitcoin: using blockchain technology to provide assurance in the commercial world*, in *Computer Fraud & Security*, vol 5, 2017, pp.14-18; A. Hughes – A. Park – J. Kietzmann – C. Archer-Brown, *Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms in Business Horizons*, vol. 62(3), 2019, pp. 273-281.

⁴ A.A.M. Al-Dherasi e A. Annor Antwi, *Dependence on Blockchain Technology for Future Cybersecurity Advancement: A Systematic Analysis*, 2019, doi.org/10.2139/ssrn.3472774; S. Omes, *Core Concept: Blockchain offers applications well beyond Bitcoin but faces its own limitations* in *Proceedings of the National Academy of Sciences Oct 2019*, 116 (42) 2019, pp. 20800-20803; X. Li – P. Jiang – T. Chen –

le più note tra le applicazioni di cui sopra, ovvero gli smart contracts⁵. Nel seguito della discussione sono considerate acquisite le nozioni essenziali sulla blockchain.

Per iniziare a capire cos'è uno smart contract, possiamo pensare ad un loro lontano antenato, il distributore automatico di bevande e alimenti⁶: a seguito dell'inserimento di una moneta, si ottiene un caffè o uno snack. Nel futuro, un nuovo esempio, ben più complesso, potrebbe essere una casa "smart", che possa limitare l'accesso o la fruizione di servizi a seconda che l'affittuario sia più o meno adempiente ai suoi obblighi contrattuali. Un altro celebre precursore dello smart contract a cui possiamo pensare è la chiavetta elettronica (o altro dispositivo) usato per attivare un software, condizionato al pagamento della licenza d'uso (anni '70 - '80).

Quanto detto sopra è una semplificazione molto grossolana, ma può essere utile per introdurre in modo immediato il concetto, esteso su una cornice analitica interdisciplinare. Uno smart contract è essenzialmente un protocollo implementato, nel concreto, da macchine dotate di capacità di azione fisica nella realtà materiale, gestite secondo il paradigma tecnologico blockchain e, in quanto tali, soggette al consenso di una rete pubblica.

Un breve cenno storico merita di essere riservato a Nick Szabo, americano di origine ungherese, autore di alcuni lavori seminali in materia⁷. Szabo è espressione di interessi compositi che spaziano dal diritto alla crittografia, a competenze informatiche avanzate. Si deve a lui la locuzione "contratti intel-

X. Luo – Q. Wen, *A survey on the security of blockchain systems in Future Generation Computer Systems*, 2020, pp.841-853.

⁵ N. Szabo, 1994, *Smart Contracts*, http://szabo.best.vvh.net/smart_contracts.htm; ID, 1997, *The Idea of Smart Contracts*, http://szabo.best.vvh.net/smart_contract_idea.html; V. Buterin, *A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform - Ethereum White Paper*, 2013 https://cryptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf; C.D. Clack – V.H. Bakshi – L. Braine *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 2016, ArXiv abs/1608.00771; D. Macrinici D – C. Cartofeanu – S. Gao, *Smart contract applications within blockchain technology: A systematic mapping study*, in *Telematics and Informatics*, 2018, pp. 2337-2354.

⁶ N. Szabo, *Formalizing and securing relationships on public networks* in *First Monday*, 2(9), 1997 <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>

⁷ N. Szabo, *The Idea of Smart Contracts*, 1997, http://szabo.best.vvh.net/smart_contract_idea.html; ID., *Formalizing and securing relationships on public networks* in *First Monday*, 2(9), 1997, <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

ligenti”, pensati nella prospettiva di portare le pratiche “altamente evolute” del diritto, e in particolare relative ai contratti, alla progettazione di protocolli di transazioni elettroniche tra utenti di Internet. Szabo è una figura di notevole interesse, di indiscussa competenza in materia, tanto da dare adito al sospetto⁸ di essere il famoso, o fantomatico, Satoshi Nakamoto, inventore di Bitcoin⁹ (Nakamoto, 2008), la cui identità non è mai stata svelata.

Come per Nakamoto con Bitcoin, l’articolo di Szabo¹⁰ è responsabile del proliferare, in modo particolare negli ultimi dieci anni, di una quantità sterminata di contributi scientifici e di analisi aziendali dedicati a spiegare, sviluppare e applicare questa tecnologia nel mondo reale. Più che le note di colore relative a questa figura, vale qui tenere a mente quanto detto nel descriverlo: si tratta di uno studioso versatile e polivalente, con competenze in settori assai diversi tra loro, quali il diritto, la matematica e l’informatica: una evidenza fattuale del genere di competenze e interessi che è necessario coltivare per poter acquisire una buona capacità di visione su questo tema. Si tratta, in effetti, delle stesse competenze richieste dal paradigma blockchain, con una particolare attenzione agli aspetti legali e a quelli filosofici ed etici connessi.

Volendo cercare esempi pratici, ci si imbatte in una notevole quantità di casi di studio, molti dei quali operativi e correntemente in uso. Uno, celebre, è Mojo Nation: una piattaforma di file-sharing basata sull’uso di un token (il Mojo) al posto delle valute e con un meccanismo di asta basato sull’intensità della domanda dei files. In pratica, se si desidera ottenere un file, la velocità con la quale si riesce ad ottenerlo, essendo posto in una coda di richiedenti, indica se si deve aumentare o diminuire la propria offerta (se si offre una somma e il file è molto lento ad arrivare si deve probabilmente aumentare

⁸ Interessante, al riguardo, l’articolo pubblicato sul sito “Like in Mirror” il 01 dicembre 2013, all’URL: <https://likeinmirror.wordpress.com/2013/12/01/satoshi-nakamoto-is-probably-nick-szabo/>. Il sito TechCrunch riporta un’intervista all’autore dell’articolo, affatto banale, in cui egli chiarisce i motivi per i quali ritiene rilevante indagare sull’identità di Nakamoto: <https://techcrunch.com/2013/12/05/who-is-the-real-satoshi-nakamoto-one-researcher-may-have-found-the-answer/>.

⁹ S. Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

¹⁰ Szabo N., *Formalizing and securing relationships on public networks in First Monday*, 2(9), 1997 <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

l'offerta, se è molto veloce significa che si potrebbe offrire di meno). Altro interessante esempio è fornito da Etherisc, un'assicurazione sui viaggi aerei che opera sulla piattaforma Ethereum: qui lo smart contract controlla gli orari di partenza e, in caso di ritardo del volo garantito dalla polizza, fa scattare automaticamente il rimborso per il viaggiatore.

Una rassegna della letteratura scientifica esistente, anche limitata agli anni più recenti, è opera notevole. In questa sede si ci limitiamo a indicare brevemente alcuni dei molti settori interessati: dall'agri-tech¹¹, al settore automobilistico¹², al cloud storage¹³, al settore energetico¹⁴, al data trading¹⁵, alla

¹¹ J. Lin – Z. Shen – A. Zhang – C.Y. Zhang C.Y., *Blockchain and IoT based Food Traceability for Smart Agriculture* in *ICCSE'18: Proceedings of the 3rd International Conference on Crowd Science and Engineering* 3, 2018, pp. 1-6; M. Kim – B. Hilton – Z. Burks – J. Reyes, *Integrating Blockchain, Smart Contract-Tokens, and IoT to Design a Food Traceability Solution* in *2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, Vancouver, BC, 2018, pp. 335-340; D.M. Shyamala – R. Suguna -A.S. Joshi - R.A. Bagate, *Design of IoT Blockchain Based Smart Agriculture for Enlightening Safety and Security*. In: A. Somani – S. Ramakrishna – A. Chaudhary – C. Choudhary – B. Agarwal (eds) *Emerging Technologies in Computer Engineering: Microservices in Big Data Analytics. ICETCE 2019. Communications in Computer and Information Science*, vol 985. Singapore, 2019; A. Kamilaris – A. Fonts – F.X. Prenafeta-Bold, *The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains* in *Trends in Food Science & Technology* 91, 2019, pp. 640-652; Y. Voutos – G. Drakopoulos – G. Mylonas, *Smart Agriculture: An Open Field For Smart Contracts*, in *4th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNM)*, Piraeus, Greece, 2019 pp. 1-6.

¹² C. Chen – T. Xiao – T. Qiu – N. Lv – Q. Pei, *Smart-Contract-Based Economical Platooning in Blockchain-Enabled Urban Internet of Vehicles*, in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 16, no. 6, 2020, pp. 4122-4133. P.K. Sharma – N. Kumar – J.H. Park, *Blockchain-Based Distributed Framework for Automotive Industry in a Smart City*, in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(7), 2019, pp. 4197-4205; P. Fraga-Lamas - T. M. Fernández-Caramés *A Review on Blockchain Technologies for an Advanced and Cyber-Resilient Automotive Industry*, in *IEEE Access*, vol. 7, 2019, pp. 17578-17598; D. Miehle – D. Henze – A. Seitz – A. Luckow – B. Bruegge, *PartChain: A Decentralized Traceability Application for Multi-Tier Supply Chain Networks in the Automotive Industry*, in *2019 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON)*, Newark, CA, USA, 2019, pp. 140-145.

¹³ H. Wang – H. Z. Qin – M. Zhao – X. Wei – H. Shen – W. Susilo, *Blockchain-based fair payment smart contract for public cloud storage auditing* in *Information Sciences*, 519, 2020, pp. 348-362; I. Sukhodolskiy – S. Zapechnikov, *A blockchain-based access control system for cloud storage* in *2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*, Moscow, 2018, pp. 1575-

logistica¹⁶, al mondo dell'arte¹⁷. La tecnologia blockchain sta avendo un vasto successo in termini di investimenti: secondo il World Economic Forum (2015)¹⁸ entro il 2025 rappresenterà il 10% del PIL globale.

1578; Z. Zheng – S. Xie – H.N. Dai – X. Chen – H. Wang, *Blockchain challenges and opportunities: a survey* in *Int. J. Web and Grid Services*, 14(4) 2018, pp.352–375; J. Xue – C. Xu – Y. Zhang – L. Bai, *DStore: A Distributed Cloud Storage System Based on Smart Contracts and Blockchain*. In: Vaidya J., Li J. (eds) *Algorithms and Architectures for Parallel Processing*. ICA3PP 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11336, Springer, Cham, 2018; H.G. Do - W. K. Ng, *Blockchain-Based System for Secure Data Storage with Private Keyword Search* in *IEEE World Congress on Services (SERVICES)*, Honolulu, HI, 2017, pp. 90-93; S. Wang – Y. Zhang – Y. Zhang, *A Blockchain-Based Framework for Data Sharing with Fine-Grained Access Control in Decentralized Storage Systems*, in *IEEE Access*, vol. 6, 2018, pp. 38437-38450.

¹⁴ M.Alharby – A. van Moorsel A., *Blockchain-based Smart Contracts: A Systematic Mapping Study* in *Fourth International Conference on Computer Science and Information Technology (CSIT-2017)*, 2017, arXiv:1710.06372; M. Utz – S. Albrecht – T. Zoerner – J. Strüker, *Blockchain-Based Management of Shared Energy Assets Using a Smart Contract Ecosystem*. In: W. Abramowicz – A. Paschke, (eds) *Business Information Systems Workshops. BIS 2018. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 339, 2019 Springer, Cham; Y. Li – W. Yang – P. He – C. Chen – X. Wang, *Design and management of a distributed hybrid energy system through smart contract and blockchain* in *Applied Energy*, 248, 2019, pp.390-405; S.J. Pee - E. S.Kang – J.G. Song – J.W. Jang, *Blockchain based smart energy trading platform using smart contract* in *2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)*, Okinawa, Japan, 2019, pp. 322-325; M. Li - D. Hu – C. Lal – M. Conti – Z. Zhang, *Blockchain-enabled Secure Energy Trading with Verifiable Fairness in Industrial Internet of Things*, in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2020; X. Wang – W. Yang – S. Noor – C. Chen – H. Guo – K. van Dam, *Blockchain-based smart contract for energy demand management* in *Energy Procedia*, 158: 2019, pp.2719-2724.

¹⁵ W. Xiong – L. Xiong, *Smart Contract Based Data Trading Mode Using Blockchain and Machine Learning*, in *IEEE Access*, vol. 7: 2019, pp.102331-102344; P. Missier – S. Bajoudah – A.T. Capossele – M. Nati, *Mind my value: a decentralized infrastructure for fair and trusted IoT data trading in IoT '17: Proceedings of the Seventh International Conference on the Internet of Things*, 15, 2017, pp.1-8; S. Delgado-Segura - et al. (2017), *A Fair Protocol for Data Trading Based on Bitcoin Transactions* in IACR Cryptology ePrint Archive 2017: 1018.; Y. Zhao – Y. Yu – Y. Li – G. Han – X. Du, *Machine learning based privacy-preserving fair data trading in big data market*, in *Inf. Sci.*, 478, 2019, pp.449-460.

¹⁶ R. Casado-Vara – A. González-Briones – J. Prieto – J.M. Corchado, *Smart Contract for Monitoring and Control of Logistics Activities: Pharmaceutical Utilities Case Study*. In: M. Graña M. et al. (eds) *International Joint Conference SOCO'18-CISIS'18-ICEUTE'18 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 771, 2019, Springer, Cham; J.Y. Hoon, *A Study on the Effect of Block Chain Application and Legal Issue in Logistics Industry*, *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(1)

La particolare prospettiva adottata in questo studio nell'analisi degli smart contracts è quella dell'analisi economica del diritto. Contrariamente a quanto si pensa comunemente sull'argomento, gli smart contracts non nascono, almeno nominalmente, per eliminare l'intermediario umano nelle transazioni di tipo legale. Questo punto è oggetto di accesi dibattiti tra gli autori che tendono a ripensare in modo radicale il futuro delle professioni anche a elevato contenuto concettuale, quali quelle forensi, passibili di quasi totale o totale sostituzione da parte di sistemi a elevata intelligenza artificiale¹⁹ e quelli meno convinti a tale riguardo²⁰. Quello che è comunque certo, è che questa tecnologia apporterà profondi cambiamenti in questo settore professionale e sarà necessaria una trasformazione culturale e tecnica delle figure professionali interessate, rispetto a come le conosciamo oggi²¹.

D'altro canto, è piuttosto difficile prevedere fino a che punto l'attività umana si rivelerà indispensabile nell'intera filiera di produzione e gestione di questi oggetti, essendo la tecnologia sottostante dipendente da una sostenuta accelerazione in termini di intelligenza, e quindi di autonomia, tutt'altro

2018, pp. 187-199; S.S. Arumugam – V. Umashankar – N.C. Narendra – R. Badrinath – A.P. Mujumdar – J. Holler – A. Hernandez, *IOT Enabled Smart Logistics Using Smart Contracts in 2018 8th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*, Toronto, ON, 2018, pp. 1-6; N. Álvarez-Díaz – J. Herrera-Joancomartí – P. Caballero-Gil, *Smart contracts based on blockchain for logistics management. In Proceedings of the 1st International Conference on Internet of Things and Machine Learning (IML '17). Association for Computing Machinery*, New York, NY, USA, n. 73, 2017, pp.1-8.

¹⁷ Si veda I. Ferlito, "Ominiteismo e Demopraxia": il ruolo della tecnologia blockchain nel diritto dell'arte in *Diritto Mercato Tecnologia*, 3 giugno 2020, pp. 1-52, per una discussione critica sulla materia e su alcune linee di discussione di grande interesse quali la tokenizzazione dell'arte e lo sviluppo della crypto-art.

¹⁸ World Economic Forum (2015), *Global Agenda Council on the Future of Software and Society, Deep Shift, Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, 2015.

¹⁹ R. Susskind – D. Susskind, *The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts*, 2015, New York; B. Simpson, Algorithms or advocacy: does the legal profession have a future in a digital world? *Information & Communications Technology Law*, 25(1), 2016, 50-61.

²⁰ J. Wajcman, *Automation: is it really different this time?* in *The British Journal of Sociology*, 68, 2017, pp. 119-127.

²¹ L.B. Moses, *The need for lawyers*, 45(11), 2018, pp. 10-19,

<https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=133902236278012;res=IELAPA>.

che esaurita in termini potenziali²². È, quindi, presumibile e auspicabile, che sia la sfera politica a intervenire e mediare le spinte provenienti dai mercati e dal progresso tecnologico. Naturalmente, queste considerazioni non sono delimitabili al futuro di una professione o di una classe di professioni in particolare, essendo parte di un processo ben più vasto di trasformazione delle società umane nell'era digitale.

2. Caratterizzazione degli smart contracts nell'analisi economica del diritto

Nell'analizzare gli aspetti principali che rilevano in tema di blockchain e smart contracts, un approccio utile, per l'analisi e l'interpretazione di queste nuove tecnologie, è senz'altro quello fornito dall'analisi economica del diritto che adotta come criterio essenziale, per scegliere tra regole alternative, quello dell'efficienza. Come è noto, nella prospettiva dell'analisi economica del diritto, l'obiettivo principale di ogni sistema giuridico è il raggiungimento dell'efficienza economica attraverso norme in grado di indurre agenti razionali ad agire nel modo più efficiente per il raggiungimento del benessere sociale²³. La letteratura esistente nell'ambito dell'analisi economica del diritto applicata ai contratti può essere tendenzialmente suddivisa in due filoni principali: uno che si occupa di analizzare gli aspetti di efficienza dei regimi di diritto contrattuale, l'altro che affronta l'area delle pratiche contrattuali al di fuori dei confini

²² M. Corrales – M. Fenwick – H. Haapio, *Digital Technologies, Legal Design and the Future of the Legal Profession*. In: M. Corrales – M. Fenwick – H. Haapio (eds.), *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain. Perspectives in Law, Business and Innovation.*, 2019, Singapore; J. Kolb – M. AbdelBaky – R.H. Katz – D.E. Culler, (2020), *Core Concepts, Challenges, and Future Directions in Blockchain: A Centralized Tutorial in ACM Comput. Surv.* 53, 1, Article 9, 2019 p. 39; I. Mistry – S. Tanwar – S. Tyagi – N. Kumar, *Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges in Mechanical Systems and Signal Processing*, 135, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2019.106382>.

²³ R. Posner, *The Economic Analysis of Law*, 1972, Boston: Little, Brown; W. Landes – R. Posner, *The Economic Structure of Tort Law*, 1987, Harvard University Press, Cambridge; R. Posner, *The Economics of Justice*, 1983, Cambridge, Massachusetts and London, England.

del sistema legale. Questi ultimi includono le applicazioni di teoria dei giochi e lo studio dei contratti cd. relazionali che si concentrano sul contesto sociologico, più che sul contesto strettamente giuridico, dei contratti.

Una delle principali affermazioni dell'analisi economica del diritto²⁴ e della teoria dei contratti²⁵ si basa sul presupposto che l'esecuzione del contratto e il rispetto delle condizioni in esso pattuite (il cd. enforcement) siano necessari al fine di completare o concludere un contratto incompleto. La letteratura economica individua tre cause principali di incompletezza dei contratti²⁶: i) *unforeseen contingencies* (impossibilità di prevedere contingenze future), ii) *cost of writing contracts* (costi relativi alla scrittura delle clausole contrattuali), iii) *cost of enforcing contracts* (costi relativi all'esecuzione del contratto e/o all'intervento del giudice).

Partendo dall'importante risultato di Coase²⁷ per cui la tecnologia influisce sui costi di transazione, alcuni studiosi hanno avanzato l'ipotesi che una delle attuali e più importanti innovazioni, in economie di mercato sempre più liberiste e globalizzate, ovvero la tecnologia blockchain, possa influenzare i costi di transazione e il ruolo delle istituzioni economiche²⁸. In tal senso, gli smart contracts realizzano il paradigma del cd. “*code is law*” coniato da

²⁴ T.J. Miceli, *Economics of the Law*, 1997, Oxford: Oxford University Press; R. Posner R. (2004), *The Law and Economics of Contract Interpretation in Texas Law Review*, 83, 2004, pp.1581-1614; S. Shavell, *On the writing and the interpretation of contracts*, *Journal of Law in Economics & Organization*, 22(2), 2006, pp. 289-314; R. Cooter - T. Ulen, *Law and Economics* (6th edition), 2012, Boston: MA: Pearson Addison.

²⁵ B. Hermalin – A. Katz – R. Craswell, *Contract Law*, in A. M. Polinsky e S. Shavell (eds), *Handbook of Law and Economics* (Elsevier), 2007, <https://www.sciencedirect.com/handbook/handbook-of-law-and-economics>; A. Schwartz – R.E. Scott *Contract theory and the limits of contract law* in *Yale Law Journal*, 113(3): 2003, pp.541-619.; ID, *Contract interpretation redux* in *Yale Law Journal*, 119(5), 2010, pp. 926-964; G.M. Cohen G.M., *Interpretation and implied terms in contract law*, in G. De Geest G., *Contract Law and Economics*, cap. 8., 2011; B. Arruñada, *The role of institutions in the contractual process*, in Kirat T. and B. Deffains (eds.), *Law and Economics in Civil Law countries*, 2001, pp. 149-167, Stanford: JAI Press.

²⁶ J. Tirole, *Incomplete contracts: Where do we stand?* In *Econometrica*, 67(4), 1999, pp.741-781.; E. Maskin – J. Tirole, *Unforeseen contingencies and incomplete contracts* in *Review of Economic Studies*, 66, 1999, pp.83-114.

²⁷ Coase R.H., *The nature of the firm* in *Economica*, 4(16), 1937, pp. 386-405.

²⁸ S. Davidson – P. De Filippi – J. Potts, *Disrupting governance: the new institutional economics of distributed ledger technology*, 2016, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2811995.

Lessig²⁹, secondo il quale il codice informatico stesso fornisce un enforcement definitivo del contratto³⁰. Inoltre, poiché il singolo contraente non può modificare unilateralmente le promesse archiviate nella blockchain, si ipotizza che gli smart contracts vincolino le parti a costi di transazione inferiori rispetto ai contratti tradizionali.

Un ulteriore aspetto rilevante per gli studiosi di analisi economica del diritto³¹ è quello relativo ai meccanismi che determinano la quantità ottimale di cooperazione negli scambi economici tra individui ponendo, inoltre, particolare attenzione al concetto di auto-regolazione (i.e., impegni unilaterali, schemi pubblici su base volontaria, accordi negoziati). I profili di *self-executing* e di *self-enforcing* sono certamente tra gli aspetti caratterizzanti gli smart contracts, che, almeno in linea teorica, sono progettati per essere eseguiti senza errori e in un lasso di tempo ragionevolmente breve; una volta avveratesi le condizioni previste, la prestazione viene realizzata automaticamente poiché è il network stesso a dare attuazione a quanto programmato, senza che le singole parti coinvolte nello scambio possano impedirlo³². Il carattere automatico e irreversibile dell'esecuzione della prestazione può comportare una serie di vantaggi³³ tra i quali, ad esempio, l'impossibilità, a priori, di inadempimento della prestazione: in pratica non è possibile utilizzare uno smart contract per attuare le tipiche frodi online consistenti nell'inadempimento della contro-prestazione da

²⁹ L. Lessig, *Code and Other Laws of Cyberspace*, 1999, New York: Basic Books.

³⁰ B. Arruñada, *Prospects of blockchain in contract and property* in *Economics and Business Working Paper 1696*, 2020; A. Wright – P. De Filippi, *Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia*, 2015; S. Davidson – P. De Filippi – J. Potts J. (2016), *Disrupting governance: the new institutional economics of distributed ledger technology*, 2016; S. Davidson – P. De Filip – J. Potts, *Blockchains and the economic institutions of capitalism* in *Journal of Institutional Economics*, 14(4), 2018, pp. 639-658.

³¹ C. Carraro – F. Levenqu, *Voluntary Approaches in Environmental Policy*, 1999, Dordrecht; D. Porrini, *Regolazione in campo ambientale: recenti sviluppi dell'analisi economica del diritto*, paper presentato alla XV Conferenza della Società Italiana di Economia Pubblica, Pavia, 3 e 4 ottobre 2003.

³² M. Bartoletti, L. Pompianu, *An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns*, in M. Brenner et al., *Financial cryptography and data security*, 2018, Springer.

³³ D. Di Sabato, *Gli Smart Contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale* in *Contratto e Impresa* 2: 378, 2017.

parte del contraente che ha ricevuto il pagamento del prezzo. Gli smart contracts possono mitigare le asimmetrie informative e migliorare il benessere del consumatore attraverso meccanismi di maggiore concorrenzialità; tuttavia la maggiore distribuzione delle informazioni durante la generazione del consenso può incoraggiare una maggiore collusione nel mercato³⁴.

Alla luce di queste considerazioni, gli smart contracts sembrerebbero essere più efficienti rispetto ai contratti tradizionali, se non altro poiché la tecnologia blockchain presenta l'interessante possibilità di funzionare come un dispositivo che esegue automaticamente la contrattazione algoritmica, ma la questione se essi possano rappresentare una soluzione superiore ai problemi che caratterizzano i contratti incompleti è ancora lontana dall'essere risolta³⁵. Come dimostra la letteratura sui contratti incompleti³⁶, l'enforcement dei contratti tradizionali comporta dei costi rilevanti³⁷, mentre, gli smart contracts, che dovrebbero funzionare senza tale enforcement, diventerebbero una valida e più economica alternativa. Tuttavia, Vatiero³⁸ sostiene che, se si tiene conto dei costi di transazione relativi all'adeguamento degli accordi istituzionali, gli smart contracts potrebbero funzionare in modo meno efficiente rispetto ai contratti tradizionali. Questo comporta che, nonostante gli smart contracts possano evitare rischi di opportunismo (derivanti da deviazioni ex-post rispetto all'accordo contrattuale), evitano di fatto anche adattamenti giuridici in grado di migliorarne l'efficienza. Vatiero³⁹ sottolinea, infatti, l'esistenza di costi di transazione relativi alla governance interna della blockchain; mentre i meccanismi di consenso permettono ai partecipanti

³⁴ L.W Cong – Z. He Z., *Blockchain Disruption and Smart Contracts*, NBER Working Paper Series, 2018.

³⁵ K. Werbach – N. Cornell N, *Contracts Ex Machina* in *Duke Law Journal*, 67(2), 2017, pp.313–382.

³⁶ J. Tirole, *Incomplete contracts: Where do we stand?* In *Econometrica*, 67(4) 1999, pp. 741-781; O. Hart, *Incomplete contracts and control* in *American Economic Review*, 107(7): 2017, pp.1731-1752.

³⁷ O. Hart, *Firms, contracts and financial structure*, 1995, Oxford; J. Moore, *Introductory remarks on Grossman and Hart* (1986), in Aghion P., M. Dewatripont, P. Legros, L. Zingales (eds.), *The impact of incomplete contracts on economics*, 2016, pp. 3-16, Oxford: Oxford University Press.

³⁸ M. Vatiero, *Smart contracts and transaction costs*, SSRN paper, 2018, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3259958.

³⁹ ID.

di “adattare” le regole della blockchain, una coalizione di partecipanti alla blockchain può modificare queste regole con i propri interessi particolari. In effetti, la logica dei gruppi⁴⁰ potrebbe creare un cattivo adattamento della blockchain, vale a dire un adattamento guidato dalla maggioranza.

Il rischio è che il meccanismo di consenso possa aumentare (e non ridurre) l’incertezza del contesto istituzionale e, quindi, disincentivare gli investimenti nelle relazioni contrattuali.⁴¹

Come abbiamo già detto, la gamma delle possibili applicazioni degli smart contracts è ampia⁴². È, tuttavia, opportuno evidenziare che vi è una notevole quantità di contraddizioni che caratterizzano l’attuale dibattito sugli smart contracts⁴³. I sostenitori della tecnologia blockchain (soprattutto economisti e informatici), amplificano la portata di questi strumenti e le loro potenzialità, promuovendo l’uso di tecnologie che possano prevedere un’enorme quantità di variabili per fornire soluzioni altamente sofisticate⁴⁴. Tali studiosi immaginano un futuro in cui tutte le transazioni economiche avverranno attraverso smart contracts, con conseguente riduzione (se non addirittura totale annullamento) dei costi derivanti dalla presenza di comportamenti opportunistici e dall’intervento giudiziario⁴⁵. Gli scettici (prevalentemente giuristi), invece, non vedono negli smart contracts né una componente intelligente né, tantomeno, un contratto vero e proprio⁴⁶; pertanto, non sostenendo questo miracolo

⁴⁰ M. Olson, *The logic of collective action*, 1965, Harvard University Press.

⁴¹ Nel suo recente studio, Vatiello (2018) analizza i costi di adattamento degli smart contracts e dimostra che gli smart contracts hanno costi di transazione inferiori rispetto a quelli tradizionali, in presenza di bassi costi di scrittura, alti costi dovuti a inefficienze giudiziarie e/o blockchains imparziali e decentralizzate. In assenza di tali circostanze, gli smart contracts comportano costi di transazione più elevati rispetto ai contratti tradizionali.

⁴² T. Swanson, *Great chain of numbers: A guide to smart contracts, smart property and trustless asset management*, Amazon digital service, 2014.

⁴³ A. Davola - R. Pardolesi, (2019), What is wrong in the debate about smart contracts? in Law and Economics Lab, 2019, LUISS Guido Carli, <http://www.law-economics.net/working-papers/L&E-LAB-LAW-58-2019.pdf>

⁴⁴ H. Surden, *Computable Contracts* in *UC Davis Law Review*, 46: 629, 2012.

⁴⁵ D. Tapscott - A. Tapscott A., *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Others Cryptocurrencies is Changing the World*, 2016, London, UK: Penguin Books Ltd.

⁴⁶ I. Amro, *Online Arbitration in Theory and in Practice: A Comparative Study of Cross-Border Commercial Transactions in Common law and Civil law Countries*, 2019, UK: Cambridge Scholars Publishing.

tecnologico, mostrano molti dubbi sulla capacità degli smart contracts di comprendere tutte le diverse sfaccettature che caratterizzano i contratti tradizionali (e il loro processo di contrattazione) e suggeriscono un approccio più cauto⁴⁷.

Il quadro appare ugualmente eterogeneo qualora si considerino le implicazioni degli smart contracts in termini di sviluppi sociali e di interazione tra poteri pubblici e privati; molti contributi sottolineano le enormi questioni che la diffusione estesa di smart contracts potrebbe sollevare in termini di *governance* e di controllo da parte delle autorità pubbliche⁴⁸ e il loro impatto sulle strutture democratiche del potere⁴⁹. Gli oppositori esprimono ulteriori preoccupazioni relativamente al fatto che l'adozione degli smart contracts potrebbe non essere conforme a valori sociali, quali la trasparenza e la giustizia sostanziale⁵⁰, inducendo un effettivo peggioramento della tutela dei consumatori all'interno di un dato sistema giuridico⁵¹.

Complessivamente, nell'ambito del dibattito sulla relazione tra contratti algoritmici e contratti tradizionali, appare interessante considerare gli smart contracts come complementari ai contratti tradizionali o ad altri tipi di enforcement, non sostitutivi degli stessi. Gli smart contracts possono trarre molti benefici dall'interazione con altre tipologie di contratti tradizionali o accordi istituzionali. Tuttavia, un punto di partenza necessario, per gli studi futuri, richiede proprio una esatta identificazione (e quantificazione) dei costi di

⁴⁷ J.A. Druck, Smart Contracts Are Neither Smart nor Contract, *Banking & Financial Services Policy Report*, 37/10: 2018, p.5.

⁴⁸ A. Wright - P., De Filippi, *Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia*, 2015. Gli impatti possono essere colti con maggiore completezza anche considerando istituti legali di rilevanza critica per il sistema economico come la tutela dei diritti d'autore: su questo punto si veda R. Iovine, *Blockchain e proprietà intellettuale: opportunità e questioni giuridiche in Diritto Mercato Tecnologia*, 24 giugno 2020, pp. 1-16.

⁴⁹ W. Reijers - F. O'Brolcháin - P. Haynes, *Governance in Blockchain Technologies & Social Contract Theories in Ledger*,1, 2016, pp. 134-151.

⁵⁰ L. Scholz, *Algorithmic Contracts*, in *Stanford Technology Law Review*, 20: 2017, p.128.

⁵¹ K.E. Davis, *Contracts as Technology*, in *N.Y.U. Law Review*, 88: 2013, p.83. Si veda anche M. Giaccaglia, *Gli Smart Contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori* in *Diritto Mercato Tecnologia*, 20 maggio 2020, pp. 1-31 ai paragrafi 4 e 5. Significativi i rilievi sulla difficoltà di identificare dei precisi ruoli (professionisti - consumatori) nel paradigma blockchain, per le sue intrinseche caratteristiche e riguardo alla responsabilità civile accennate al paragrafo 7.

transazione degli smart contracts. La teoria dei giochi classica non esplora questi artefatti cognitivi e modella unicamente il modo in cui agenti razionali giocano contro altri agenti coerentemente razionali⁵². A tal fine, la teoria dei giochi comportamentale - che introduce la psicologia nella teoria dei giochi - potrebbe fornire un framework migliore per valutare le interazioni uomo-robot⁵³.

2.1 Definizioni

In Italia, attualmente gli smart contracts sono stati oggetto di regolamentazione nell'ambito della cosiddetta legge di Semplificazione, in vigore dal 13 febbraio 2019⁵⁴, pur senza essere inquadrati in una categoria specifica. Utilizzando un linguaggio più vicino alla prassi del diritto, possiamo definire uno «**smart contract**» come «*un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse.*»⁵⁵. Nello smart contract, «*è l'hardware ed il software che si occupano dell'interpretazione ed esecuzione del contratto, senza che sia necessario – né possibile – un ulteriore intervento umano.*»⁵⁶.

2.2 Il legame necessario tra smart contract e blockchain e la connessione con la Internet of Things (IoT)

L'unica tecnologia a poter attuare concretamente il concetto di smart contract è la blockchain, per le sue caratteristiche di decentralizzazione, totale automazione, sicurezza e tracciabilità. L'assenza di un intermediario umano

⁵² J. von Neumann – O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, 1944, Princeton University Press.

⁵³ C.F. Camerer, *Progress in Behavioral Game Theory*, in *Journal of Economic Perspectives* 11 (4): 1997, pp.167-188.

⁵⁴ Gazzetta Ufficiale n. 36 del 12 febbraio 2019, Art. 8 ter comma 2.

⁵⁵ F. Sarzana di S. Ippolito, M. Nicotra, *Diritto della Blockchain, Intelligenza artificiale e IoT*, 2018, Milano. Per una analisi puntuale si segnala G. Aiello, *Blockchain law: analisi tecnico-giuridica delle reti blockchain e degli smart contracts* in *Diritto Mercato Tecnologia*, 18 febbraio 2020, pp. 1-41, precisamente mirata a sollecitare una maggiore attenzione del legislatore nazionale e comunitario sul tema.

⁵⁶ F. Sarzana di S. Ippolito, M. Nicotra, *Diritto della Blockchain, Intelligenza artificiale e IoT*, 2018, Ipsoa, Milano.

per garantire fiducia agli operatori nelle transazioni da svolgere, porta necessariamente alla necessità di usare strumenti che siano in grado di garantire detti utenti con un livello di affidabilità comparabile o superiore a quello umano. La blockchain, pur presentando tuttora alcune istanze di sviluppo di criticità nella sicurezza è la più probabile risposta futura a breve-medio termine a tale esigenza⁵⁷.

Mentre uno smart contract ha bisogno (per ora) di un supporto legale per la sua stesura, a livello progettuale, non ne ha bisogno per la sua verifica e per la sua attivazione. Questo è reso possibile, nel mondo fisico, dalla cosiddetta Internet of Things (IoT), l'Internet delle Cose⁵⁸, riferito all'estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti. Il legame tra IoT e blockchain è stato esaminato in letteratura e ritenuto significativo, per via della possibilità di eliminare intermediazioni nelle reti peer-to-peer in modo efficiente e sicuro, sebbene possano evidenziarsi delle problematiche tecniche sormontabili⁵⁹.

⁵⁷ N.M. Kumar, P.K. Mallick, *Blockchain technology for security issues and challenges in IoT*, *Procedia Computer Science*, 132: 2018, pp. 1815-1823; D. Dasgupta - J.M. Shrein - K.D. Gupta, *A survey of blockchain from security perspective*, in *Journal of Banking and Financial Technology*, 3 2019 pp. 1-17; K. Ikeda, *Security and Privacy of Blockchain and Quantum Computation in Advances in Computers*, 111: 2018, pp.199-228.

⁵⁸ E. Fleisch (2010), *What is the Internet of Things? When Things Add Value*. In: *Auto-ID Labs White Paper WP-BIZAPP-053*, Auto-ID Lab, St. Gallen, 2010; F. Mattern - C. Floerkemeier (2010), *From the Internet of Computers to the Internet of Things*. In: K. Sachs – I. Petrov – P. Guerrero *From Active Data Management to Event-Based Systems and More. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6462, 2010, Springer, Berlin, Heidelberg.

⁵⁹ K. Christidis – M. Devetsikiotis, *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, in *IEEE Access*, vol. 4:2016, pp. 2292-2303; N. Kshetri N. (2017), *Can Blockchain Strengthen the Internet of Things?* In *IT Professional*, 19(4) 2017, pp. 68-72; M. Conoscenti – V. Vetrò – J.C. De Martin, *Blockchain for the Internet of Things: A systematic literature review in 2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*, Agadir, 2016, pp. 1-6.; Z. Xiong – Y. Zhang – N.C. Luong N. – D. Niyato – P. Wang – N. Guizani, *The Best of Both Worlds: A General Architecture for Data Management in Blockchain-enabled Internet-of-Things*, in *IEEE Network*, vol. 34, no. 1, 2020, pp. 166-173; R.S. Bhadoria – A. Nimbalkar – N. Saxena, *On the Role of Blockchain Technology in the Internet of Things*. In: Kim S., Deka G. (eds) *Advanced Applications of Blockchain Technology. Studies in Big Data*, vol 60. 2020, Springer, Singapore; M.A. Khan – F. Algarni – M.T. Quasim (2020), *Decentralised Internet of Things*. In: M. Khan – M. Quasim – F. Algarni – A. Alharthi A. (eds) *Decentralised Internet of Things. Studies in Big Data*, vol 71, 2020, Springer, Cham.

Un esempio pratico viene dal mondo delle assicurazioni⁶⁰; per gli autoveicoli sono allo studio soluzioni che, sulla base di dati rilevati grazie ad apparecchiature IoT installati sulle auto, forniscono indicazioni al conducente che hanno riflesso immediato sulle condizioni di polizza (ad es. segnalazione del superamento del limite di velocità su un determinato tratto di percorrenza)⁶¹. Altro noto esempio è rappresentato dai *Digital Rights Management*⁶², che permettono di fruire di un determinato brano musicale o leggere un libro o assistere a uno spettacolo solo se la scelta rispetta le condizioni contrattuali prefissate. Se tali condizioni sono violate, lo smart contract inibisce la fruizione del bene, e magari propone varianti che generano un nuovo, modificato, contratto, variante del primo. Il tutto, gestito totalmente senza intervento umano.

È cruciale considerare che, laddove viene meno l'intervento umano, è necessario che la capacità interpretativa dello smart contract sia estremamente precisa e comparabile a quella umana. Gli smart contracts processano costantemente dati provenienti dai soggetti che esso stesso “conosce” mediante le definizioni che di essi gli sono fornite e che esso tratta sulla scorta delle regole che disciplinano il suo funzionamento. È quando si riflette su questo punto che si esalta al meglio la necessità di fornire un notevole grado di autonomia a questo genere di contratti, che, in quanto programmi, eseguiranno in modo inesorabile le regole che il programmatore avrà definito, escludendo dal processo i contraenti che non avranno altro ruolo se non quello di adeguarsi alle regole predefinite.

Gli smart contracts hanno quindi necessità di “evolvere”, in pratica di imparare dagli umani ad automatizzare le relazioni tra diverse parti impegnate in transazioni mediante l'aumento della loro conoscenza dei significati, per ridurre il margine di errore dovuto a interpretazioni sbagliate. L'integrazione tra il mondo delle reti blockchain e quello della semantica ar-

⁶⁰ A. Borselli, Smart Contracts in Insurance: A Law and Futurology Perspective. In: Marano P., Noussia K. (eds) *InsurTech: A Legal and Regulatory View*. AIDA Europe Research Series on Insurance Law and Regulation, vol 1. 2020, Springer, Cham.

⁶¹ Si veda <https://www.assinews.it/02/2020/la-polizza-ora-digitale-360/660071660/>.

⁶² B. Rosenblatt - B. Trippe – S. Mooney S., *Digital Rights Management - Business and Technology*, 2002, München; G. Fränkl – P. Karpf, *Digital Rights Management Systeme – Einführung, Technologien, Recht, Ökonomie und Marktanalyse*, pg-Verlag, 2004.

riva in soccorso alla ricerca, proprio per aiutare i sistemi alla comprensione dei “significati” delle parole⁶³.

2.3 Tipologie di atti interessati dagli smart contracts

La tecnologia blockchain si presta alla creazione di diversi tipi di contratti e atti, non esclusivamente quindi quelli che richiedono forma scritta. Ad oggi, tuttavia, si è in attesa delle norme tecniche dell’Agenzia per l’Italia Digitale (AgID) che stabiliranno quali dovranno essere i requisiti di validazione delle identità delle parti. La comunità legale si trova evidentemente in una fase di studio e sono numerosi gli interrogativi che si pone in merito alla copertura normativa che attualmente questo tipo di contratto può avere.

Pur evitando di interrogarsi sulla disciplina degli smart contracts al di fuori dei confini nazionali, e quindi se e come le varie emanazioni internazionali possano regolare gli stessi, numerosi risultano essere gli aspetti oggetto del dibattito giuridico nel nostro paese. In particolare, si pensa all’aspetto della privacy divenuto predominante negli ultimi anni proprio in relazione all’avvento di nuove e più rapide tecnologie. Ed è interessante la questione che, sebbene pensando alla blockchain vengano immediatamente

⁶³ E. Hildenbrandt, *et al.*, KEVM: *A Complete Formal Semantics of the Ethereum Virtual Machine*, in *2018 IEEE 31st Computer Security Foundations Symposium (CSF)*, Oxford, 2018, pp. 204-217.; Y. Zhu – Z. Zhang – C. Jin – A. Zhou -Y. Yan, *SEBDB: Semantics Empowered BlockChain DataBase*,” in *2019 IEEE 35th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, Macao, 2019, pp. 1820-1831; H. Baqa – N.B. Truong – N. Crespi – G.M. Lee – F. le Gall, *Semantic Smart Contracts for Blockchain-based Services in the Internet of Things*, in *2019 IEEE 18th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA)*, 2019, Cambridge, MA, USA, pp. 1-5; N. Fadhel - F. Lombardi – L. Aniello – A. Margheri – V. Sassone, *Towards a semantic modelling for threat analysis of IoT applications: a case study on transactive energy*, in *IET Conference Proceedings*, 2019, pp. 6-22; T. Osterland – T. Rose, *Model checking smart contracts for Ethereum, Special Issue on Blockchain Technology, Journal on Mobile and Pervasive Computing*, Vol. 63, 2020, pp. 101–129; K. Brännler – D. Flumini – T. Studer, *A Logic of Blockchain Updates*. In: S. Artemov – A. Nerode (eds.) *Logical Foundations of Computer Science. LFCS 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10703*. 2018, Springer, Cham; M. von Wendland, *Smart contracts that are smart and can function as legal contracts - A Review of Semantic Blockchain and Distributed Ledger Technologies*, 2018, arXiv:1805.01279; N.B. Truong – T. Um – B. Zhou – G.M. Lee, *Strengthening the Blockchain-Based Internet of Value with Trust in 2018 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Kansas City, MO, 2018, pp. 1-7.

in mente concetti come trasparenza e accessibilità di non trascurabile entità, è in questa tecnologia la variante della crittografia. Ulteriori aspetti sui quali la comunità legale si interroga riguardano la possibilità di creare degli smart contracts “ibridi” vale a dire contratti smart – automaticamente eseguibili – ma con una componente di semplice documento informatico che consente di avere dei commenti utili ai programmatori o ancora la comprensibilità e la intelligibilità del testo.

2.4 Come si scrive uno smart contract

Programmando. Naturalmente, esistono diversi linguaggi e piattaforme disponibili allo scopo. Proviamo ad utilizzare un esempio di letteratura per mostrare un caso super semplificato. In questo esempio, due parti - Anna e Stefania - si impegnano in uno scambio finanziario speculativo. Ciascuna parte deposita gli stessi importi della cripto-valuta designata prima di fare scommesse opposte in merito al prezzo di un titolo su una borsa ad un certo punto in futuro. Anna ritiene che il titolo sarà superiore a una stima fornita, mentre Stefania pensa che sarà inferiore. Quando arriva la scadenza, il prezzo delle azioni viene interrogato facendo riferimento ad alcune autorità di valutazione esterne (ad esempio, la stessa borsa valori pertinente, il cui riferimento è codificato nello smart contract). A seconda del prezzo delle azioni in quel momento, Anna o Stefania ricevono l'intera somma di denaro scommessa congiuntamente. Il seguente blocco di codice replica quello del lavoro originale⁶⁴, e traduce in un linguaggio di programmazione quanto detto sopra:

- 1 data Anna, Stefania
- 2 data deadlines, threshold
- 3
- 4 #Not shown: collect equal deposits from Anna to Stefania

⁶⁴ K. Delmolino – M. Arnett – A. Kosba – A. Miller – E. Shi E. (2016), *Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab*. In: J. Clark – S. Meiklejohn – P. Ryan – D. Wallach – M. Brenner – K. Rohloff (eds) *Financial Cryptography and Data Security. FC 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 9604. Springer, 2016, Berlin, Heidelberg pp. 4,5.

```

5 # We assume StockPriceAuthority is a trusted third-party contract
   that can give us the price of the stock
6
7 def determine_outcome ():
8     if block.timestamp > deadline:
9         price = StockPriceAuthority.Price()
10    if price > threshold:
11        send (Anna, self.balance)
12    else
13        send (Stefania, self.balance)

```

Indipendentemente dalla conoscenza del particolare strumento da utilizzare, il semplice codice sopra riportato chiarisce in modo visivamente immediato come il fulcro della questione sia trasfondere nello smart contract non solo e non tanto il corpus giuridico esistente, costituito dai codici di riferimento, ma soprattutto la capacità di lettura, interpretazione e utilizzo degli operatori professionali. Tutto deve essere codificato in una struttura algoritmica, capace di unire a questo contributo tradizionalmente umano, la forza computazionale e la sicurezza crittografica messe a disposizione dalle macchine e dalle scienze matematiche e fisiche.

L'innegabile esigenza di integrare quelli che sono i tradizionali istituti giuridici con le nuove tecnologie sta conducendo alla nascita di iniziative atte a coniugare la conoscenza della norma con la materia tecnologica, con l'evidenza che la nuova sfida del giurista è proprio quella legata alle competenze digitali. Partono da tale presupposto, ovvero dalla necessità di conoscere tanto la norma quanto il fenomeno che la stessa si trova a regolamentare, due piattaforme da dover menzionare. Legalese.com è un progetto in open source che ha investito nella creazione e nello sviluppo di un domain-specific language (DSL), un linguaggio forense ad hoc per redigere contratti e norme chiamato LC4. Anche AccordProject.org è un sistema aperto e ha come obiettivo quello di realizzare strumenti informatici che consentano ai professionisti di redigere smart contracts.

3. Criticità degli smart contracts relativamente agli aspetti legali

In questa sezione, seguendo la traccia fornita da Giancaspro (2017), segnaliamo brevemente alcune difficoltà teoriche e pratiche insieme ad alcune incongruenze legate alla compatibilità degli smart contracts con il diritto contrattuale anglosassone. Il breve richiamo a questi punti ha lo scopo di evidenziare alcuni aspetti non noti ai non specialisti del diritto e che pure presentano problemi comprensibili, nelle loro linee concettuali, anche ad un più vasto pubblico. Sebbene tali punti siano, evidentemente, materia per esperti, la loro condivisione nel dibattito pubblico su queste tecnologie è certamente un'utile opera di alfabetizzazione quanto mai urgente data la scarsissima consapevolezza della natura e della portata di queste tecnologie per la società civile.

Le problematiche richiamate sono:

- *capacità contrattuale*: si riferisce alla capacità di una parte di stipulare un contratto, dipendente dalle età anagrafiche dei contraenti fissate in soglie variabili tra nazioni. Esiste il rischio che, dato che le parti di un contratto intelligente possono, e spesso sono, sconosciute l'una all'altra, possano essere conclusi contratti con persone che non hanno raggiunto la maggiore età. Sarebbe poi non sempre immediato stabilire se un contratto del genere sia vincolante o meno, in base alla giurisdizione e/o alle giurisdizioni in cui è stato stipulato;
- *vizio da false dichiarazioni*: in cui una parte assume una identità non sua o compie altri generi di frode. Data la potenziale facilità con cui i furti finanziari e le frodi d'identità possono essere commessi attraverso le tecnologie digitali, esiste il rischio reale che molte transazioni effettuate mediante smart contracts possano essere annullate per mancanza di esecutività legale. Moltiplicando tale problema per transazioni automatiche molto estese coinvolgenti diverse giurisdizioni, il problema è potenzialmente molto rilevante;
- *determinazione del momento esatto di verifica dell'offerta e dell'accettazione delle condizioni del contratto*: nei contratti tradizionali, ovvero contratti che non si verificano esclusivamente tramite la tecnologia, è relativamente semplice identificare quando un'offerta è stata fatta e accettata esaminando le parole e il comportamento delle parti insieme a tutte le circostanze pertinenti (a parte eccezioni relative all'invio dei contratti per posta). In genere, i con-

tratti intelligenti vengono avviati da messaggi che utilizzano crittografia a chiave pubblica (Public Key Identifier, PKI) attraverso una connessione Internet. In questa situazione, la domanda posta nello studio è se l'accettazione si verifica quando la parte acquirente trasmette la sua offerta, quando la medesima è ricevuta e autenticata attraverso il consenso degli utenti della rete o quando essa è codificata e aggiunta alla blockchain. La conclusione è che non appare pacifico se i sistemi giuridici passati in rassegna abbraccino chiaramente il concetto di contratti intelligenti;

- *presenza di reale intento nei contratti di follow-on*: negli smart contracts è prevista la possibilità di generare contratti “*follow-on*” successivi e separati. In pratica, quando le parti hanno volontariamente stipulato un contratto primario, esso può a sua volta stipulare un contratto aggiuntivo (il contratto secondario). Le parti potrebbero teoricamente non essere a conoscenza del contratto di follow-on e quindi sorgono due domande: (i) può essere stabilita un'intenzione di creare relazioni legali in questa circostanza? e (ii) può un contratto intelligente o agenti elettronici correlati o ‘robot’ stipulare autonomamente parti in contratti di *follow-on* legalmente esecutivi?
- *certezza dei termini*: i contratti devono essere legalmente certi per essere esecutivi. Secondo la legge inglese, si dice spesso che il contratto deve essere sufficientemente certo in termini di chiarezza e completezza intrinseca al fine di vincolare le parti che lo sottoscrivono. Essendo gli smart contracts codici che traducono norme scritte in linguaggio umano, potrebbero sussistere problemi relativi al rilevamento e al trattamento di piccole imperfezioni, nel conferire certezza dei termini al contratto in esame. Altre difficoltà potrebbero derivare da ambiguità di interpretazione di termini anche consueti nel diritto, come “buona fede e ragionevolezza”;
- *istanze di correzione*: in virtù della loro natura, i contratti intelligenti sono anche suscettibili di una serie di problemi, ognuno dei quali dà origine a determinate questioni correttive. Ma proprio per via della loro particolare natura e del loro funzionamento, su una blockchain, potrebbe essere estremamente difficile o potenzialmente impossibile accedere a uno smart contract o modificarlo;
- *difficoltà nell'interpretazione dei contenuti*: spetta ai tribunali risolvere le controversie legali tra cittadini e/o lo Stato. Dato che i contratti rientrano

nel diritto privato, in caso di controversie contrattuali spetta ai tribunali determinare i diritti e gli obblighi di ciascuna parte. Ciò implica intrinsecamente un riferimento ai termini del contratto. Nel caso di un contratto intelligente, tuttavia, i termini sono incapsulati in un codice informatico che sarà molto probabilmente incomprensibile per l'avvocato o il giudice, che avranno certamente bisogno di un supporto da esperti della tecnologia con, nella migliore delle ipotesi, un rallentamento di tali valutazioni;

- *sicurezza informatica*: tutte le tecnologie digitali sono vulnerabili agli attacchi dei criminali informatici. Il rischio di violazioni della sicurezza continuerà ad aumentare in modo esponenziale;
- *scalabilità*: si tratta del rischio che l'attuale infrastruttura informatica possa non essere in grado di tenere il passo con la crescita della diffusione della blockchain;
- *impatto sulla forza lavoro*: questo punto non necessita di molte spiegazioni, e Giancaspro⁶⁵ lo affronta in modo particolare nella sua prospettiva di operatore professionale del diritto. In particolare, esso può essere, stando all'espressione del suo pensiero, annoverato tra gli scettici sulla sostituibilità totale degli avvocati dalla blockchain. Un punto può essere evidenziato laddove, nel suo articolo, afferma che per fare accettare la blockchain come la nuova ortodossia dell'economia globale occorrerà un enorme *shift* tecnologico.

Al momento della stesura di questo articolo, il Covid-19 ci insegna che enormi cambiamenti globali si possono verificare in tempi brevi, per diversi motivi. In particolare, è certamente ancor più evidente di quanto fosse prima, in tale periodo, il ruolo cruciale acquisito da Internet e dai social media come strumento di interazione sociale ed economica: la blockchain si candida a ricoprire un ruolo paragonabile a quello di Internet, nel rivoluzionare altri paradigmi sociali. Quanto ai dubbi dell'autore, è dunque lecito immaginare che le difficoltà evidenziate possano essere superate anche in tempi più brevi di quelli finora prospettati.

⁶⁵ M. Giancaspro, *Is a 'smart contract' really a smart idea? Insights from a legal perspective in Computer Law and Security Review*, 33(6):2017, pp. 825-835.

4 - Conclusioni e implicazioni

La dimensione giuridica è essenziale e fondante nel contratto sociale. Gli smart contracts afferiscono in modo primario, sebbene non esclusivo, a questa dimensione e rappresentano una delle applicazioni più rilevanti della tecnologia blockchain, con notevoli prospettive di crescita e affermazione nel sistema economico, così come in ogni dimensione della vita delle nostre comunità. Sebbene finora relativamente oscurati nel dibattito mediatico mainstream dall'attenzione rivolta alle cripto-valute, il loro impatto potenziale a breve-medio termine sulla società sarà, con ogni probabilità, di pari se non superiore magnitudo rispetto alla rivoluzione monetaria in corso.

È essenziale tenere sempre a mente anche i problemi di natura etica sollevati dalla tecnologia blockchain, in particolare relativi alle garanzie di rispetto della dignità umana, ancor più nello specifico relativamente al diritto al lavoro, al benessere economico, insiti nel contratto sociale e che si presentano come non indifferenti. Non è in effetti infrequente trovare associati alla tecnologia blockchain (così come riguardo alla intelligenza artificiale e al suo cuore, il machine learning), dibattiti settoriali sul rischio della perdita di posti di lavoro di categorie professionali (nel caso trattato si parla degli avvocati). Prima ancora, tuttavia, lo strumento smart contract andrebbe inquadrato in una visione ben più ampia della cornice tecnologica costituita dalla blockchain, a sua volta paradigma in rapida ascesa della nuova era digitale. D'altra parte, un'infrastruttura blockchain è il sogno di ogni neoliberalista: non ci sono autorità esterne, pubbliche o private, che possono dettare le transazioni che sono, per sé stesse, irreversibili ed è poco chiaro cosa questo comporterebbe per lo stato di diritto e la protezione delle parti più deboli⁶⁶.

Forse il migliore esempio disponibile di lavoro utile ad approcciare quanto sopra detto è l'opera magistrale di Zuboff⁶⁷ in cui si dimostra ampiamente che la nuova era digitale, combinando tecnologie ad altissimo potenziale di monitoraggio e modifica comportamentale dell'intera società con le consuete

⁶⁶ R. Koulu, Blockchains and Online Dispute Resolution: Smart Contracts as an Alternative to Enforcement, *SCRIPTed*, 13(1): 2016, 40-69.

⁶⁷ S. Zuboff, *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*, 2019, New York: Public Affairs.

ambizioni del capitalismo, e con una situazione di forte arretratezza culturale e normativa delle istituzioni democratiche nei confronti dei principali players tecnologici mondiali, crea una situazione di forte preoccupazione per il futuro, che dovrebbe generare un dibattito prioritario in ogni strato della società.

In buona sostanza, la società tutta e le istituzioni che formalmente hanno lo scopo di difendere i diritti primari, quali quelli della carta costituzionale, sono di gran lunga impreparati, attualmente, a comprendere e normare efficacemente l'azione dei soggetti che possiedono la capacità di portare questi strumenti nella vita economica e sociale del paese. La prima grande riflessione sulle implicazioni sociali ed etiche di queste tecnologie e delle loro derivazioni dovrebbe quindi avvenire al livello più vasto e profondo della consapevolezza critica degli individui come cittadini attivi della società, così come suggerito, in particolare, da Zuboff⁶⁸.

Il dibattito sulla tecnologia blockchain e sugli smart contracts è aperto ed è caratterizzato da complesse interazioni tra questioni giuridico-economiche e tematiche etiche⁶⁹: una volta migliorato il livello di comprensione di questi fenomeni con una sufficiente ampiezza di visione, sarà poi possibile esaminare in modo più efficiente le questioni settoriali. Questioni non facili emergono, ad esempio, qualora si applichino le teorie economiche comportamentali su come un robot possa valutare il denaro (criptovaluta), valorizzare il lavoro per gli altri o valutare la collaborazione. Se si assume che il robot sia un agente razionale che agisce in modo da massimizzare la sua utilità attesa - analogamente a come l'economia neoclassica considera *l'homo economicus* - allora la nozione di valore (del denaro, del lavoro, ecc.) può essere ridotta a un problema di massimizzazione dell'utilità. Ma questo ignora il valore sociale ed etico di un'interazione e si concentra piuttosto sul suo valore transattivo, reputazionale

⁶⁸ ID.

⁶⁹ Le problematiche relative sono vaste e molteplici. È interessante ricordare anche le tematiche che prevedono una inversione della prospettiva e ragionano sullo status delle stesse macchine coinvolte in questa trasformazione tecnologica. Per una interessante discussione sul tema si veda L. Franchini, *Disciplina romana della schiavitù ed intelligenza artificiale odierna. Spunti di comparazione in Diritto Mercato Tecnologia*, 8 luglio 2020, pp. 1-18.

o monetario⁷⁰. Tutto ciò potrà comportare una massiva crescita della cd. *robot-based economy* (*robonomics*) che vedrà lo studio combinato dell'interazione uomo-robot, attraverso l'applicazione multi- e interdisciplinare degli strumenti propri dell'economia comportamentale, della teoria dei giochi comportamentale, dell'analisi economica del diritto, della cd. *law and technology* e di campi emergenti come la cripto-economia.

È essenziale ricordare che la discussione in corso, qui focalizzata sul futuro di alcuni professionisti ad elevata qualificazione, è fortemente connessa al ruolo e al destino di ogni membro della società. Una indicazione evidente della pervasività delle tecnologie considerate in termini di vastità e profondità di penetrazione nella vita sociale, può essere colta ove si rifletta con attenzione su eventi tecnologici ad alto impatto potenziale come il recente brevetto di Microsoft LLC che crea le basi per lo svolgimento dell'attività di mining, così centrale nella tecnologia blockchain, non più su macchine fisiche ma sul corpo umano⁷¹. Sono eventi, questi, su cui è necessario riflettere con la dovuta attenzione, non essendo qualificabili come forme di progresso settorializzate ma come salti di paradigma sia a livello industriale che sociale.

Relativamente alle professioni legali, è certo che gli operatori del diritto saranno chiamati a un ripensamento radicale delle proprie figure professionali, per via della forte accelerazione che procedure e strutture fisiche (intelligenza artificiale e IoT) sempre più autonome imporranno al settore. Già oggi, la consapevolezza dei cambiamenti in atto è diffusa e testimoniata da diverse realtà in cui la competenza legale e informatica agiscono in sinergia nell'offerta di servizi, quali quelle richiamate in precedenza. In questa cornice di riferimento, sarà quindi possibile attribuire le risposte più corrette a ogni istanza settoriale e affrontare, con maggiore consapevolezza e capacità di azione, le problematiche e i cambiamenti da sfidare.

⁷⁰ I.S. Cardenas, J.H. Kim, *Robonomics: The Study of Robot-Human Peer-to-Peer Financial Transactions and Agreements*, in *HRI '20 Companion*, March 23-26, 2020, Cambridge, UK, <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3371382.3380735?download=true>.

⁷¹ D. Abramson D. Fu, J.E. Johnson Jr, *Système de cryptomonnaie utilisant des données d'activité corporelle*, Patent number WO 2020/060606 A1 – Applicant: Microsoft LLC, 2020.

DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA

Numeri Speciali

- 2016 **LO STATUTO ETICO GIURIDICO DEI CAMPIONI BIOLOGICI UMANI**
a cura di Dario Farace
- 2017 **IL MERCATO UNICO DIGITALE**
a cura di Gianluca Contaldi
- 2018 **LA RICERCA SU MATERIALI BIOLOGICI DI ORIGINE UMANA:
GIURISTI E SCIENZIATI A CONFRONTO**
a cura di Alberto M. Gambino, Carlo Petrini e Giorgio Resta
- 2019 **LA TASSAZIONE DELL'ECONOMIA DIGITALE TRA SVILUPPI RECENTI
E PROSPETTIVE FUTURE.**
a cura di Alessio Persiani

La rivista “Diritto Mercato Tecnologia” intende fornire un costante supporto di aggiornamento agli studiosi e agli operatori professionali nel nuovo scenario socio-economico originato dall’interrelazione tra diritto, mercato e tecnologia, in prospettiva interdisciplinare e comparatistica. A tal fine approfondisce, attraverso studi nei settori privatistici e comparatistici, tematiche afferenti in particolare alla proprietà intellettuale, al diritto antitrust e della concorrenza, alle pratiche commerciali e alla tutela dei consumatori, al biodiritto e alle biotecnologie, al diritto delle comunicazioni elettroniche, ai diritti della persona e alle responsabilità in rete.

