



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"L'INCONTRO" TRA CONTRATTO E INTELLIGENZA
ARTIFICIALE:
I CONTRATTI CIBERNETICI, GLI SMART CONTRACT E LE
IMPLICAZIONI IN PUNTO DI RESPONSABILITÀ"**

RELATORE:

CH.MO PROF. RICCARDO MAZZARIOL

LAUREANDA: MADDALENA MUNEGATO


MATRICOLA N. 1236373

ANNO ACCADEMICO 2024 – 2025

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature)



Indice

Introduzione

Capitolo 1 – Contratti cibernetici

1.1. I contratti cibernetici e l'agente software

1.2. Profili applicativi

1.3 La responsabilità nei contratti cibernetici

1.3.1 La volontà nei contratti cibernetici

1.3.2 L'errore dell'agente software e il principio di autoresponsabilità nei contratti Cibernetici

Capitolo 2 - Smart contract

2.1 Definizione e funzionamento

2.2 Profili applicativi

2.3 La responsabilità negli smart contract

2.3.1 Responsabilità oggettiva e ragionevole diligenza negli smart contract

2.3.2 L'inadempimento negli smart contract

Capitolo 3 – “Code is Law” e il caso The DAO

3.1 “Code is Law”

3.2 The DAO: spiegazione e riflessioni

Conclusioni

Introduzione

L'uso dell'intelligenza artificiale (AI) è sempre più diffuso e sta rivoluzionando la nostra vita quotidiana automatizzando i processi di molti settori, dall'assistenza virtuale alla guida autonoma l'intelligenza artificiale ha rivoluzionato il modo in cui viviamo e lavoriamo. Questa trasformazione va oltre la vita quotidiana e ridefinisce anche il panorama giuridico.

I giuristi, che storicamente si trovano a dover regolamentare attività e processi eseguiti dalla logica umana, ora si trovano a dover regolamentare processi algoritmici ed i loro effetti sulla vita delle persone che scelgono di utilizzarli in ambito contrattuale.

Questo elaborato vuole analizzare alcune delle sfide che l'intelligenza artificiale pone ai giuristi, in particolare quella della responsabilità.

Nella prima parte si propone di fornire un quadro generale dei *contratti cibernetici* concentrandoci sul fenomeno degli *agenti software* analizzandone il funzionamento, le varie tipologie, le capacità di apprendimento e le possibili applicazioni nella vita di tutti i giorni. Si affronta il quesito sulla sussistenza dell'accordo in termini di espressione di volontà ed il ruolo che l'elaboratore ha nella trasmissione di questa, interpellandosi poi se questo si possa considerare come un vero e proprio contratto poiché l'intervento del software ne determina alcuni degli aspetti fondamentali, analizzando infine l'attribuzione della responsabilità nel caso in cui si trovi davanti ad un errore dell'agente software.

Nella seconda parte si affronta la tipologia di contratti intelligenti più innovativa e vantaggiosa, gli *Smart Contract*. Ne viene analizzata la nascita, il funzionamento e le caratteristiche tra cui la tecnologia Blockchain. Con particolare attenzione si vuole approfondire l'importanza degli Oracoli nella riduzione del rischio di errori o manipolazioni della blockchain esaminandone le tipologie che variano in base alla provenienza, al destinatario e alla gestione delle informazioni. Dopo aver visto i settori in cui gli Smart Contract si vedono nuovi protagonisti si affrontano due grandi temi che, in qualche modo, rimangono in parte ancora irrisolti, quello della responsabilità oggettiva ed i casi di mancata diligenza da parte del giurista o del programmatore (sottolineando la necessità di una collaborazione tra le due figure), di malfunzionamento, di comportamenti illeciti da parte del software e quello dell'inadempimento.

Nella terza e ultima parte viene esplorato il concetto "Code is Law" che per molti funge da "regolamento" nelle piattaforme di blockchain online. Ne viene analizzata la nascita, i punti fondamentali, le differenze con il sistema giuridico tradizionale e il momento che ne ha messo in dubbio la correttezza: il caso "The DAO", un progetto innovativo diventato noto per essere stato il soggetto di uno dei più grandi attacchi hacker riguardanti le criptovalute.

Capitolo 1 – Contratti cibernetici

1.1 I contratti cibernetici e l'agente software

L'avvento delle nuove tecnologie ha portato trasformazioni profonde nella nostra vita quotidiana, una delle forze più rivoluzionarie tra queste è l'intelligenza artificiale (AI) che ha avuto un impatto su molti settori della società.

L'adozione delle nuove tecnologie nell'ambito economico e sociale introduce numerose e rilevanti innovazioni in materia di contratti, in particolare, ci si riferisce ai casi in cui la tecnologia non viene utilizzata soltanto come mezzo per trasmettere la dichiarazione negoziale, ma assume il ruolo di vero e proprio creatore della volontà contrattuale¹.

I contratti cibernetici sono contratti in cui si può riscontrare questo tipo di intervento da parte della tecnologia, in particolare troviamo il fenomeno dei c.d. “software agent”² o agenti software.

Gli agenti software possono essere descritti come dei software dotati di un certo grado di autonomia, con questa intesa come capacità di prendere decisioni in maniera indipendente e sulla base degli ambienti circostanti³.

L'elaboratore elettronico ha la possibilità di interferire autonomamente non solo nella fase della formazione del contratto ma ha anche la possibilità di scegliere la controparte contrattuale (umana o automatica) o decidere se concludere o meno il contratto.⁴

I software agents si distinguono per la loro autonomia nell'individuazione della strada per il raggiungimento dell'obiettivo, questo è possibile grazie alle sue caratteristiche, le più importanti quali: *autonomia, mobilità e la capacità di apprendimento*.

La caratteristica fondamentale di un agente software è l'*autonomia*, che caratterizza il grado di libertà che questo ha di operare e prendere decisioni senza intervento umano. Questa è poi accompagnata *dalla capacità relazionale*, che permette di interagire con l'esterno (altri agenti o soggetti umani terzi).

Inoltre, l'agente possiede la capacità di mantenere la propria attività nel tempo (*persistenza*) e di assumere iniziative per raggiungere gli obiettivi prefissati, generando eventi e incoraggiando interazioni (*proattività*).⁵

¹ F. BRAVO, *Contratto cibernetico*, in Dir. informatica, 2011, 2, p. 169

² S. GRUNDMANN, P. HACKER, *Digital technology as a challenge to european contract law*. The existing to the future architecture, European Review of Contract Law, 2017, 3, p. 255.

³ A. PARASPORO, *Contratti informatici: Telematici e Cibernetici*, 2017, p. 21

⁴ S. GRUNDMANN, P. HACKER, *Digital technology as a challenge to european contract law.*, The existing to the future architecture, European Review of Contract Law, 2017, 3, p. 255.

⁵ G. BERRINO, *L'impegno contrattuale telematico, fra diritto comune e disciplina speciale*, p. 42-43

Per quanto riguarda la *mobilità* si intende la capacità di installarsi su diversi server e di continuare l'attività indipendentemente dall'esecutività del sistema dell'utilizzatore, ovvero colui per la quale l'agente svolge la sua attività.⁶

L'altra caratteristica interessante è *la capacità di apprendimento* degli agenti software, questi possono essere programmati per imparare ed acquisire nuove abilità durante il loro funzionamento, in questo modo saranno in grado di acquisire strumenti migliori per raggiungere gli obiettivi stabiliti dall'utilizzatore grazie all'apprendimento tramite l'esperienza.

Le diverse modalità di apprendimento permettono di individuare cinque tipologie di agente software: *user looking* dove l'agente può apprendere osservando l'utilizzatore e tracciando le scelte da lui effettuate; *user indirect feedback* dove all'utilizzatore vengono presentati i risultati delle possibili scelte, annotando le decisioni successive prese dall'utilizzatore, sia che accetti sia che ignori il suggerimento; *user direct feedback* dove c'è una richiesta di precisi chiarimenti e indicazioni all'utilizzatore; *learning by example* dove vengono analizzate le risposte dell'utilizzatore a esempi creati dall'agente per un migliore apprendimento delle preferenze dell'utilizzatore; ed infine *l'agent asking* che si basa sulla collaborazione tra agenti cibernetici, permettendo a un agente di interrogare altri per trovare le risposte necessarie a risolvere problemi che non è in grado di affrontare basandosi solo sulle proprie esperienze.⁷

La "conoscenza" dell'agente non è integrata nel "codice sorgente" ma viene acquisita tramite una "base di conoscenza" che può essere modificata e aggiornata nel tempo, da qui l'agente ottiene i criteri necessari a mettere in atto comportamenti rilevanti dal punto di vista contrattuale (decisionali, dichiarativi, operativi, ecc.). Osservando il metodo di apprendimento dell'agente software possiamo notare come l'apprendimento al fine di effettuare determinate scelte sia incrementale e progressivo.⁸

Gli agenti software si distinguono dagli altri software per la presenza dell'intelligenza artificiale, nei programmi di tipo tradizionale la conoscenza viene applicata in modo rigidamente predeterminato⁹ mentre agli agenti software è richiesto di trovare soluzioni al di fuori degli schemi già previsti.

⁶ F. BRAVO, *Contratto cibernetico*, in Dir. informatica, 2011, 2, p. 169; G. SARTOR, *Gli agenti software: nuovi soggetti del ciberdiritto?*, in Contratto e impresa, 2002, 2, p. 465

⁷ F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, p. 196 e ss

⁸ A. PARASPORO, *Contratti informatici: Telematici e Cibernetici*, 2017, p. 25

⁹ G. SARTOR, *Intelligenza artificiale e diritto. Un'introduzione*, Giuffrè, 1996, p. 15

1.2 Profili applicativi

L'utilizzo dei contratti cibernetici è molto frequente in ambito commerciale soprattutto nel campo dell'e-commerce.

Un esempio di applicazione di contratti cibernetici è quello della richiesta di un preventivo per l'acquisto di beni o servizi.

Dopo l'invio di una richiesta da parte dell'utilizzatore questa verrà inviata da una rete agli offerenti che rispondendo inizieranno una vera e propria trattativa, l'agente poi selezionerà le migliori offerte in base ai dati fornitagli dall'utilizzatore, come le sue esigenze e interessi.

Un altro profilo applicativo interessante è quello della ricerca di informazioni.

La maggior parte delle persone al giorno d'oggi si affida a motori di ricerca per cercare notizie ed informazioni, ogni soggetto ha però esigenze diverse e queste attribuiscono il valore dell'informazione che dipende dalla pertinenza, dalla rilevanza e dall'aggiornamento di queste. I tradizionali motori di ricerca spesso forniscono una quantità di notizie che l'utente medio fatica a gestire. Un agente software dovrà selezionare i dati, riducendo il "rumore" delle informazioni inutili e superflue, filtrandole attraverso criteri prestabiliti. Inoltre, l'agente dovrà "imparare" dai feedback dell'utente, adattandosi in base al maggiore o minore gradimento delle informazioni fornite.

Gli agenti quindi interpreteranno e "capiranno" il testo non limitandosi a cercare il numero di volte che una parola è presente in un documento.¹⁰

Un esempio applicativo potrebbe essere quello di un utente che sta cercando dei biglietti per un concerto che non è ancora stato programmato. L'agente potrebbe essere in grado di consultare l'agenda dell'utente, comprare il biglietto per un giorno in cui in agenda non figurano impegni inviando poi una mail all'agenda elettronica dell'utente confermando l'acquisto.¹¹

Un altro esempio frequente di profilo applicativo è quello del trading algoritmico o "algo trading".

Il trading consiste nella compravendita di strumenti finanziari, questi sono formati da asset a cui viene dato un valore finanziario che può scendere o salire.

Il trading ha finalità di profitto e questo avviene se il prezzo di mercato segue le direzioni delle nostre previsioni, se si muove nella direzione opposta allora si incontrerà una perdita.

Il trading algoritmico è definito "quantitativo" o "sistematico" poiché alla macchina viene delegata completamente l'operazione di compravendita quotidiana che avviene in maniera automatica eseguendo le istruzioni codificate del trader.

¹⁰ A. PARASPORO, *Contratti informatici: Telematici e Cibernetici*, 2017, p. 27

¹¹ S. SAFIER, *Between big brother and the bottom line: privacy in cyberspace*, in *Virginia journal of law & technology*, 2000

Una volta stabilito il trading system¹² l'algoritmo eseguirà automaticamente l'ordine di acquisto o vendita degli strumenti finanziari senza che il trader debba farlo manualmente. Questa tipologia di trading permette di ridurre gli errori umani, impegna meno il trader poiché questo non è costretto ad una vigilanza costante del mercato per non perdere l'opportunità di comprare e/o vendere nel momento migliore riducendo anche l'impatto emotivo delle decisioni che non saranno più istintive ma pianificate.¹³

1.3 La responsabilità nei contratti cibernetici

1.3.1 La volontà nei contratti cibernetici

Il contratto cibernetico è caratterizzato dall'intervento del software, che determina rilevanti aspetti del regolamento contrattuale, è quindi legittimo il quesito sulla sussistenza dell'accordo, inteso come espressione di volontà conforme da parte dei contraenti.¹⁴

In questo contesto, la parte si rivolge all'agente cibernetico per integrare la propria volontà contrattuale, che potrebbe non essere ancora completamente formata. È quindi legittimo chiedersi se si possa considerare tale configurazione come un vero e proprio contratto.¹⁵

Nei contratti tradizionali, la volontà delle parti è chiaramente espressa e riconosciuta, mentre nel caso dei contratti cibernetici il software può prendere decisioni basate su parametri preimpostati o su dati raccolti in tempo reale, il che può sollevare dubbi sull'effettiva volontà delle parti coinvolte.

Il profilo che caratterizza la programmazione risiede nella capacità di prevedere anticipatamente il maggior numero di possibili variabili e possibili combinazioni¹⁶, è evidente che quando il software viene utilizzato per la formazione e conclusione di contratti la programmazione risulta avere come finalità la formazione e la trasmissione di una volontà negoziale¹⁷. All'utente è richiesto di individuare i presupposti, i termini e le condizioni in cui vuole concludere i contratti attraverso l'utilizzo del software¹⁸. Si può quindi affermare che l'utente contraente esprime una volontà attraverso una diversa prospettiva e fissa "in astratto"

¹² Insieme di regole che stabiliscono quando e quali ordini mandare a mercato per aprire o chiudere una posizione sulla base di precisi parametri preimpostati dal trader

¹³ " Trading algoritmico: cos'è e come funziona?", Ungeracademy.com, 26 Aprile 2024

¹⁴ G. BERRINO, L'impegno contrattuale telematico, fra diritto comune e disciplina speciale, p. 42-43

¹⁵ F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, p. 235

¹⁶ N. IRTI, Scambi senza accordo, in Riv. Trim. dir. Proc. Civ., 1998, p.347-364

¹⁷ G. FINOCCHIARO, I contratti informatici, Cedam, 1997 p. 41

¹⁸ G. FINOCCHIARO, I contratti informatici, Cedam, 1997 p. 58

le regole negoziali a cui è disposto a vincolarsi, sarà poi compito del programmatore tradurre questa volontà potenziale¹⁹.

La volontà dell'utente emerge sotto due profili: quando si decide di utilizzare il software come strumento per l'elaborazione e formazione della volontà contrattuale e quando si individuano i presupposti dei termini e delle condizioni della contrattazione (ad esempio, prezzi, tempo e luogo di consegna, etc.)²⁰

Un altro quesito interessante è quello sul ruolo dell'elaboratore rispetto alla trasmissione della volontà, più precisamente ci si domanda se l'elaboratore di un contratto cibernetico possa classificarsi come con mezzo di trasmissione di questa.

L'elaboratore ha un ruolo attivo e complesso non limitandosi alla trasmissione di informazioni ma elaborandole, interpretandole e potendole modificare in base a programmi o istruzioni precise, a differenza di un classico mezzo di trasmissione che ha un ruolo passivo e limitato poiché si limita a trasferire informazioni da un punto a un altro senza modificarle o interpretarle. La tesi che sembra prevalere è quella che considera l'elaboratore come un mezzo di trasmissione della volontà contrattuale in quanto il contenuto del contratto è predeterminato almeno nei dettagli e quindi non è da considerarsi imprevedibile²¹.

La volontà non può essere attribuita al software stesso, poiché questo agisce in base a una programmazione predefinita e non ha una volontà autonoma.

Se si attribuisse una volontà al software, questo dovrebbe essere considerato un rappresentante del contraente.

Tuttavia, un rappresentante tradizionale deve essere dotato di soggettività e in grado di prendere decisioni basate su una comprensione delle intenzioni e delle necessità del contraente.

Il tema della volontà è un argomento che sta dividendo i giuristi, una parte afferma che ai contratti cibernetici non si possono applicare le comuni norme in tema di contratti poiché manca una vera dichiarazione di volontà del soggetto giuridico, ma sarebbe opportuna l'emanazione di nuove norme per poter regolare queste nuove forme di contratti²².

Una parte, come visto precedentemente, fa notare che la volontà non è assente da questo tipo di contratti ma si presenta diversamente, questa è presente nel momento iniziale dove si sceglie di utilizzare l'elaboratore per svolgere o integrare il contenuto del contratto e quando vengono

¹⁹ R. CLARIZIA, *informatica e conclusione del contratto*, Giuffrè, 1985, p.72; l'autore precisa che la volontà potenziale una volta inserita nel programma può già risultare una compiuta manifestazione di volontà

²⁰ G. FINOCCHIARO, *I contratti informatici*, Cedam, 1997 p. 56

²¹ G. FINOCCHIARO, *La conclusione del contratto telematico*, cit., 505

²² E. GIANNANTONIO, *Manuale di diritto dell'informatica*, Cedam, 1997, p. 257; F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, pp. 239 e ss; G. SARTOR, *Gli agenti software: nuovi soggetti del ciberdiritto?*, in *Contratto e Impresa*, 2002, 2, p. 465 e di G. FINOCCHIARO, *La conclusione del contratto telematico mediante i "software agents": un falso problema giuridico?*, in *Contratto e Impresa*, 2002, 2. p. 500

fornite la caratteristiche del contratto come i criteri, i limiti e gli obiettivi che si vogliono raggiungere che altro non sono che condizioni o termini apposti a tale volontà..

Infine la volontà è percepibile quando vengono esercitati i propri diritti e assunti gli obblighi quindi vengono accettati gli effetti del contratto.

Possiamo quindi dire che la volontà non scompare dal contratto, ma si è di fronte ad un affievolimento di questa che ci porta a riflettere sulla necessità di un'introduzione di norme ad hoc per questa fattispecie di contratti.²³

1.3.2 L'errore dell'agente software e il principio di autoresponsabilità nei contratti cibernetici

Come visto precedentemente, le azioni compiute dall'elaboratore e i loro risultati possono essere attribuite alla volontà della persona che lo utilizza, sorge spontaneo chiedersi cosa succeda però in caso si verifichi un errore nel programma.

La tesi che sembra prevalere è quella che a questo tipo di casi si possa applicare la disciplina dei vizi della volontà e dell'errore.

Secondo una disciplina classica l'"errore" può essere descritto come "uno scostamento tra le attese che un'azione vuole produrre e ciò che, invece, la realtà produce come risposta".²⁴

L'errore nel contesto cibernetico può anche essere descritto come uno "scostamento tra il risultato atteso (goal) verso cui il sistema protende e i risultati realizzati (o non realizzati)"²⁵

L'autonomia dell'agente software cambia anche a seconda di come il sistema è strutturato, potendo questo riformulare gli obiettivi in base alla situazione in cui opera, delle volte questa autonomia può portare all'uso di *metodi euristici*²⁶ a fronte di *esplosioni combinatorie*²⁷

Per raggiungere l'obiettivo finale l'elaboratore non prende in considerazione tutti i possibili percorsi ma considera per primi quelli che risultano più promettenti basandosi su criteri

²³ F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, p. 241

²⁴ Definizione tratta da M. BONIFACCIO-D. PONTE, *Errore: colpevole manchevolezza o occasione di progettazione del reale?*, in *Network*, 2005, n.5, p.64

²⁵ F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, p. 207

²⁶ G. CARIDI, *Introduzione alla elaborazione automatica dei dati per le decisioni economiche e finanziarie*, Edizioni Scientifiche Italiane, 1997, cit., p. 157., il quale spiega che le strategie euristiche sono strategie che vengono attivate dall'agente software per raggiungere il risultato atteso adottando criteri e metodi dove si procede "in base all'intuito, per tentativi, approssimandosi via via all'obiettivo, usando analogie, sfruttando conoscenze empiriche derivate da esperienze precedenti"

²⁷ G., *Introduzione alla elaborazione automatica dei dati per le decisioni economiche e finanziarie*, Edizioni Scientifiche Italiane, 1997, cit., p. 157, il quale spiega che questa si ha nei casi in cui l'"applicazione sistematica di regole di inferenza di un sistema deduttivo conduce all'individuazione di un numero così grande di alternative, da costituire un limite concettuale (...) alla possibilità di un esame esaustivo che consenta di scegliere una via che conduca alla soluzione del problema"

determinati, le c.d. *strategie euristiche*²⁸, queste non procedono con strategie algoritmiche univoche e predeterminate ma lasciano ampio spazio di manovra all'agente cibernetico e hanno compresa la possibilità dell'errore.²⁹

Un contratto concluso con un agente software può essere annullato se viziato da un errore essenziale e riconoscibile secondo i parametri del codice civile, nel modo in cui una persona di normale diligenza potrebbe rilevarlo, ma la valutazione di una possibile domanda di annullamento non può non considerare il contesto specifico del contratto e il fatto che l'utente abbia scelto liberamente di avvalersi dell'agente software.

È importante che l'interprete non ampli eccessivamente la possibilità di annullamento per errore poiché il rischio deve considerarsi accettato e supportato sulla base del principio di autoresponsabilità³⁰, ovvero la responsabilità delle parti di comprendere e accettare le conseguenze delle proprie azioni e decisioni.

Per concludere, non sempre un contratto cibernetico è annullabile per errore, in alcuni casi è corretto attribuire la responsabilità all'utilizzatore poiché ha scelto liberamente di utilizzare l'elaboratore per esprimere la propria volontà accettandone le conseguenze delle azioni, avvalendosi dei benefici e assumendosi i potenziali rischi.

Capitolo 2 – Smart contract

2.1 Definizione e funzionamento

Come visto nel capitolo precedente l'avvento di nuove tecnologie ha portato ad una nascita di nuove tipologie di contratti, una di quelle più interessanti e usate è quella degli *Smart contract* o contratti intelligenti.

L'applicazione degli *Smart contract* è divenuta molto frequente soprattutto grazie alla tecnologia *blockchain*, questa consiste in un database decentralizzato, trasparente ed inalterabile che tiene traccia di tutte le transazioni effettuate, questo avviene grazie ad un registro che a seguito di conferma attraverso una serie di nodi indipendenti, ne registra l'aggiornamento. Quando l'informazione viene inserita in un blocco e viene accettata da tutti i nodi, "questa diventa unilateralmente inalterabile e può essere modificata solamente con il

²⁸ G. SARTOR, *Le applicazioni giuridiche dell'intelligenza artificiale. La rappresentazione della conoscenza*, Giuffrè, 1990, p. 29

²⁹ F. BRAVO, *Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica*, Giuffrè, 2007, p. 206

³⁰ G. FINOCCHIARO, *La conclusione del contratto telematico mediante i « software agents »: un falso problema giuridico?*, in *Contratto e impresa*, 2002, 2, p. 506

consenso della maggior parte dei partecipanti”³¹, questo consente di avere un grado di affidabilità tale da poter fare a meno di intermediari.

Gli smart contract vennero teorizzati da Nick Szabo nel 1994 che li *definisce* “*a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract*”³² ovvero un programma informatico di transizione che esegue le clausole di un contratto. Negli anni successivi Szabo pubblicherà altri lavori dove proporrà ulteriori definizioni come quella del 1996 secondo cui uno smart contract è un insieme di promesse, rese note in forma digitale, contenenti i protocolli attraverso i quali le parti eseguono queste promesse.³³

Szabo spiega gli smart contract paragonandoli ad un distributore automatico³⁴, questo eroga automaticamente il prodotto solamente quando viene inserita una quantità necessaria di monete per acquistarlo, nel caso in cui le monete inserite eccedano al prezzo del prodotto il distributore eroga automaticamente sia il prodotto che il resto.

Possiamo dunque dire che lo Smart contract è un programma che permette l’esecuzione automatica di un processo negoziale al verificarsi di determinati eventi, secondo la logica “if this... then that”. Questi eventi sono stabiliti in anticipo dalle parti e tradotti in codice dal programmatore.

Può capitare che le condizioni per l’esecuzione degli smart contract dipendano da variabili esterne alla blockchain, per ridurre il rischio di errori e possibili manipolazioni questi vengono associati ad un *Oracolo*³⁵. L’oracolo funge da collegamento tra il mondo reale e quello digitale, comunicherà la presenza di un evento che fungerà da “trigger” per lo smart contract così che questo possa attivarsi. Gli oracoli possono essere divisi in base alla provenienza delle informazioni, esistono gli *oracoli hardware* che tracciano oggetti nel mondo reale e inviano le informazioni alla blockchain (es. lettori di codici a barre); *oracoli software* che prendono in tempo reale le informazioni dal web e le inviano alla blockchain; *oracoli umani* dove i dati vengono forniti da persone, questo tipo di oracolo viene utilizzato quando non è possibile ottenere informazioni da altre fonti o non sia conveniente farlo.

³¹ MICHELE GIACCAGLIA, Gli Smart Contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori, in DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA FONDATA E DIRETTA DA Alberto M. Gambino, 20 maggio 2020, p. 7

³² N. SZABO, Smart Contracts, 1994.

³³ N. SZABO, Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, 1996: «A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises».

³⁴ N. SZABO, The Idea of Smart Contracts,, 1997

³⁵ programma software o un umano che funga da “informatore”, comunicando informazioni che potrebbero condizionare l’esecuzione dello smart contract (es. raggiungimento di un prezzo di quotazione di un titolo di borsa o di una criptovaluta, raggiungimento di una certa data o ora, etc.),, 1997

³⁵ programma software o un umano che funga

Un altro tipo di distinzione può essere fatta in base ai destinatari, gli *oracoli in entrata* trasmettono le informazioni dall'esterno verso la blockchain, mentre gli *oracoli in uscita* dallo smart contract verso l'estero, ovvero nel mondo reale, come per esempio la domotica.

L'ultima importante distinzione è quella tra oracoli centralizzati e decentralizzati. Gli *oracoli centralizzati* sono gestiti da un singolo ente o provider di dati che attraverso un terzo (hardware, software o un umano) fa da intermediario tra la blockchain ed il mondo reale. L'utilizzo di una sola fonte li rende vulnerabili e rischiosi perché soggetti a possibili attacchi hacker, ecco perché si tende a preferire oracoli decentralizzati. Gli *oracoli decentralizzati* si basano su una fiducia distribuita e condivisa, prendono informazioni da diversi oracoli centralizzati ed accertano la correttezza dei dati attraverso la conferma da parte di diversi enti, più un dato viene condiviso da più oracoli e confermato da più fonti, più sarà affidabile.³⁶

Una volta che il contenuto dello smart contract viene tradotto in dati e firmato dalle parti³⁷, questo viene inserito in un blocco con altre transazioni, quando saranno risolte lo smart contract sarà immodificabile e aggiunto permanentemente alla blockchain con una propria marca temporale che ne identifica il luogo e l'ora della transazione. Questo momento è quello dell'esecuzione dello smart contract, in questa fase, il contratto diventa vincolante per le parti. Dal punto di vista funzionale lo smart contract ora è irrevocabile, immodificabile e inarrestabile. Una volta prodotti i suoi effetti lo smart contract si disattiverà, tuttavia non sparando dal blocco in cui è stato inserito. I sistemi più avanzati hanno trovato una soluzione a questo problema, la funzione "kill" o "selfdestruct code" che consiste nella distruzione di quei programmi non più utilizzati con lo scopo di rendere più efficace la performance della blockchain. Questa funzione è eseguibile dal nodo che ha creato il contratto o con un accordo tra le parti che prevede l'esecuzione della funzione "kill" che verrà poi immesso nella blockchain.³⁸

2.2 Profili applicativi

Gli Smart Contract hanno trovato applicazione in molti ambiti poiché permettono di velocizzare e semplificare i processi rendendoli più efficienti, trasparenti, meno costosi e sicuri.

La loro applicazione ha trovato spazio nel settore immobiliare dove vengono usati con lo scopo di scongiurare un possibile inadempimento e garantire il trasferimento della proprietà di un

³⁶ KNOBS, Gli oracoli blockchain spiegati in modo semplice <https://knobs.it/gli-oracoli-blockchain/>

³⁷ Art. 8-ter del d.l. n. 135 del 14 dicembre 2018, cit., convertito in l. n. 12 dell'11 febbraio 2019, in G.U. n.36 del 12 febbraio 2019 (Disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione).

³⁸ A. CONTALDO, F. CAMPARA, Blockchain criptovalute, smart contract, industria 4.0. Registri digitali, accordi giuridici e nuove tecnologie, Pisa, 2019, 9.

immobile. Possono accertare che il venditore sia realmente il proprietario del bene e che l'acquirente abbia la capacità di coprire l'acquisto, quando le condizioni dello smart contract sono soddisfatte al venditore verrà automaticamente trasferita la somma pattuita e all'acquirente la proprietà con il vantaggio di risparmio di tempo e costi.

A questo punto non sembra più necessaria la figura di un notaio che verifichi l'identità delle parti coinvolte, formalizzi il loro volere e verifichi il rispetto degli accordi stabiliti.³⁹

Se l'abbattimento dei costi e dei tempi, come la non più necessaria trascrizione presso la conservatoria dei registri immobiliari⁴⁰ poiché registrati su blockchain è un vantaggio, non si può tralasciare che il programmatore avrà il compito di tradurre in linguaggio informatico la volontà delle parti che, potendo non essere esperte in materia giuridica, rischierebbero di non avere una tutela giuridica appropriata.

Un altro settore in cui gli smart contract stanno trovando spazio è nella supply chain. Le caratteristiche dello smart contract sono ideali per una buona e sicura tracciabilità dei prodotti nella supply chain. In questi ultimi anni abbiamo visto aumentare il numero dei consumatori che cercano di stare più attenti alla provenienza, qualità e autenticità dei prodotti, soprattutto alimentari. Le piattaforme basate su blockchain offrono strumenti di "track and trace" (tracciamento e rintracciabilità), consentendo a tutti i partecipanti della filiera agroalimentare di registrare, in un registro pubblico condiviso, ogni passaggio e trasformazione dei prodotti, comprese le informazioni ambientali, lungo il percorso "from farm to fork"⁴¹ rendendo così il processo veloce e trasparente. Questo tipo di applicazione è diventata un'ottima alleata contro il commercio dei prodotti Made in Italy contraffatti, grazie agli smart contract l'autenticità di un prodotto è verificabile e dimostrabile in qualsiasi momento.⁴²

Un altro ambito in cui gli smart contract si vedono sfruttati appieno è quello delle assicurazioni. La logica if/then ha permesso di rendere automatica la procedura di acquisizione e risarcimento dei clienti, con il verificarsi del rischio assicurato il cliente verrà automaticamente indennizzato dallo smart contract. L'uso degli oracoli permette l'applicazione degli smart contract anche alle polizze parametriche, ovvero quelle polizze che attribuiscono un versamento automatico basato su un evento predefinito, come per esempio la richiesta ed il pagamento dell'indennizzo in caso di cancellazioni o ritardi di voli. L'utilizzo forse più recente nell'ambito delle assicurazioni è

³⁹ F. MASAIA, Smart Contract nel real estate, in COLIBRYX, <https://colibryx.com/blog/smart-contract-nel-real-estate>

⁴⁰ MARCHESONI E., Blockchain e mercato immobiliare: i vantaggi degli smart contract in Agenda Digitale, 2019, all'indirizzo: <https://www.agendadigitale.eu/documenti/blockchain-e-mercatoimmobiliare-i-vantaggi-degli-smart-contract/>

⁴¹ L. ROTA, Il ruolo della tecnologia blockchain nella tracciabilità alimentare, su CIBERLAW, Aprile 2020

⁴² SOLVE.IT, 22 Giugno 2021, <https://www.solve.it/blockchain-e-smart-contract-per-la-tracciabilita-dei-prodotti-made-in-italy/>

l'interazione con dispositivi IoT⁴³, grazie alla connessione con questi dispositivi si è in grado di verificare e trasmettere informazioni su perdite di gas, incendi, furti ed eventi simili rendendo automatica la gestione dei sinistri. Come visto per gli altri profili applicativi l'applicazione dello smart contract rende queste operazioni trasparenti, veloci, meno costose e sicure anche grazie all'archiviazione e al backup, in caso di perdita di dati questi sono facilmente recuperabili. Queste caratteristiche eliminano la possibilità di manipolazione rendendolo agli occhi dei clienti il metodo più sicuro per la gestione dei propri affari, generando così anche maggior fiducia nei confronti dell'azienda che decide di servirsi.⁴⁴

2.3 La responsabilità negli smart contract

2.3.1 Responsabilità oggettiva e ragionevole diligenza negli smart contract

Abbiamo visto il funzionamento di uno smart contract e l'importanza che il ruolo del programmatore ha nella formazione di questo, tuttavia *“non tutti i giuristi sono informatici, né tutti gli informatici sono giuristi”*⁴⁵, questo ci fa capire che sarà necessaria una collaborazione tra giuristi e informatici per una corretta stesura degli smart contract. Il giurista dovrebbe fornire al tecnico informatico una spiegazione dettagliata riguardo alle dinamiche contrattuali, chiarire il senso delle clausole stabilite dalle parti ed evidenziare la necessità di modificare il contratto in conformità a nuove norme di legge; questo potrebbe rientrare nella disciplina della professione intellettuale, qualificandosi come un'obbligazione di mezzi. Una possibile responsabilità del giurista potrebbe presentarsi qualora non abbia rispettato il livello di ragionevole diligenza richiesto nello svolgimento della sua attività professionale⁴⁶, ovvero non abbia agito con cura e attenzione che una persona normalmente competente e prudente dovrebbe adottare nello svolgimento di un obbligo o di un'attività contrattuale, chi è coinvolto nel contratto deve agire con la diligenza che ci si aspetta da una persona ragionevole, evitando negligenze e comportamenti imprudenti.

⁴³ Rete di oggetti e dispositivi connessi (detti “cose”) dotati di sensori (e altre tecnologie) che consentono loro di trasmettere e ricevere dati, da e verso altre cose e sistemi, es smartphone, frigoriferi intelligenti, smartwatch e simili.

⁴⁴ D. CAMBOSU, Smart contract: cos'è, le applicazioni e come cambia le assicurazioni, Economy Up, Gennaio 2014

<https://www.economyup.it/fintech/insurtech/smart-contract-cos-e-e-a-cosa-serve-nelle-assicurazioni/>

⁴⁵ M. CRISAFULLI, L'era degli Smart Contracts: potenzialità e limiti di uno strumento rivoluzionario, in DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA, 3 giugno 2021, p. 24

⁴⁶ M. CRISAFULLI, L'era degli Smart Contracts: potenzialità e limiti di uno strumento rivoluzionario, in DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA, 3 giugno 2021, p. 25

Il programmatore avrebbe il compito di assicurare che lo smart contract esegua correttamente gli accordi delle parti; nonostante ciò è risaputo che, anche se sottoposta a numerosi test, la blockchain possa non funzionare correttamente⁴⁷. Questo è dimostrato anche dalla presenza di clausole in cui all'utente è chiesto di scegliere un'opzione di rimedio da attivare in caso di malfunzionamento. Nel caso in cui lo smart contract avvenga in una determinata piattaforma, il creatore-gestore anche se non obbligato alla supervisione delle operazioni effettuate sulla piattaforma deve garantire la massima sicurezza così da evitare effetti dannosi.

Nella blockchain operano molti soggetti come utenti, nodi e nel caso di scambio di Bitcoin anche miner⁴⁸; la decentralizzazione⁴⁹, disintermediazione⁵⁰ e pseudonimia⁵¹ rendono un problema l'individuazione della responsabilità giuridica. La responsabilità contrattuale nasce quando si è davanti ad un inadempimento a un'obbligazione assunta da una parte, si parla di responsabilità extracontrattuale o civile quando sorge in conseguenza dell'esecuzione di un fatto illecito, doloso o colposo, che cagioni ad altri un ingiusto danno (art. 2043 del c.c.).

Nella sfera della responsabilità extra contrattuale troviamo la fattispecie della *responsabilità oggettiva* che è quando "l'ordinamento attribuisce la responsabilità del risarcimento a prescindere che l'agente sia l'autore materiale del fatto"⁵². Come già citato, la blockchain ha un funzionamento decentralizzato quindi il gestore non ha il controllo delle azioni compiute e quindi non può essere soggetto ad una responsabilità basata sulla colpa ma si può ritenere che la responsabilità dei danni derivanti da un malfunzionamento della piattaforma penda su chi poteva evitarlo⁵³. Sul gestore-creatore si ipotizza una *responsabilità oggettiva*⁵⁴ con conseguente risarcimento dei danni.

⁴⁷ F. PILKINGTON, Blockchain Technology: Principles & Applications, in AA.VV., Research Handbook on Digital Transformations, Cheltenham, 2016, p.15

⁴⁸ Risolvono complessi problemi matematici con l'aiuto di computer molto potenti e ricevono in cambio delle monete

⁴⁹ Assenza di un singolo soggetto con potere gestorio di validare, modificare etc. i dati e le transazioni. È necessario il consenso distribuito e il controllo del 51% della capacità computazionale, vedi R. BATTAGLINI E M. T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche; Giuffrè Francis Lefebvre; 2019; p.86

⁵⁰ "Ogni attore gestisce in autonomia le proprie operazioni senza rivolgersi ad un soggetto terzo" in R. BATTAGLINI E M. T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche; Giuffrè Francis Lefebvre; 2019; p.86

⁵¹ Identificazione dell'utente con codici alfanumerici che permettono all'utente/nodi/miner di rimanere ignoti

⁵² R. BATTAGLINI E M. T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche; Giuffrè Francis Lefebvre; 2019; p.86

⁵³ C. CASTRONOVO, Responsabilità civile, Milano, 2018, IV, p.439

⁵⁴ C. LEANZA, Intelligenza artificiale e diritto: ipotesi di responsabilità civile nel terzo millennio, in Resp. civ. prev., 2021, 3, 1011; N. BUONANNO, La responsabilità civile nell'era delle nuove tecnologie: l'influenza della blockchain, in Resp. civ. prev., 2020, 1618

Un altro caso è quello in cui a seguito di comportamenti illeciti da parte del software, il programmatore riesca ad escludere la propria responsabilità per danno da prodotto difettoso e che questi comportamenti illeciti rischino di rimanere impuniti.

Una possibile soluzione la possiamo trovare nell'ordinamento tedesco sotto la forma di "responsabilità da pericolo"⁵⁵, questo tipo di responsabilità ricadrebbe sull'utilizzatore come una responsabilità oggettiva, connessa ad un'attività che pur essendo legale, comporta dei rischi⁵⁶. Tuttavia questa soluzione non sembra essere consona poiché gli elementi della *responsabilità da pericolo* contemplano il pericolo, l'evento dannoso, il nesso di causalità e danno, non l'illiceità o la colpevolezza come nel caso della responsabilità del software.

È evidente quindi la necessità di una norma ad hoc per i casi in cui il software venga utilizzato per atti illeciti e dannosi.⁵⁷

Nello scenario in cui si sia davanti ad un errore nella transazione, qui l'attribuzione della responsabilità sembra più facile da individuare. Il debitore che abbia sbagliato un pagamento avrà poche opzioni: provare a contattare l'utente destinatario dell'errato pagamento (tenendo conto che questo sia però sconosciuto) o chiedere l'intervento del 51% dei nodi per risolvere la situazione, purtroppo entrambe le soluzioni risultano poco praticabili. In un contesto caratterizzato da decentralizzazione, disintermediazione e pseudonimia la responsabilità si trasferisce da chi permette il funzionamento della tecnologia a chi ne usufruisce. Ogni utente è responsabile delle proprie azioni perché non è possibile l'affidamento a un terzo garante per correggere errori o comportamenti di altri utenti.

Tutti questi possibili scenari portano ad una sola conclusione ovvero l'evidente necessità di una norma ad hoc per tutti i casi sopra citati e altri possibili scenari che i principi giuridici tradizionali non riescono ad inquadrare propriamente, soprattutto perché basati sul concetto della centralizzazione e identificazione dei soggetti⁵⁸

⁵⁵ R. G. WAGNER, *Produkthaftung für autonome Systeme*, in *Arch. Civ. Prax.*, 2017, pp. 207 ss, come riportato da S.ACETO DI CAPRIGLIA, *Contrattazione algoritmica. Problemi di profilazione e prospettive operazionali. L'esperienza "pilota" statunitense*, in *Federalismi*, 18/2019, p. 25.

⁵⁶ S.ACETO DI CAPRIGLIA, *Contrattazione algoritmica. Problemi di profilazione e prospettive operazionali. L'esperienza "pilota" statunitense*, in *Federalismi*, 18/2019 p. 26.

⁵⁷ M. CRISAFULLI, *L'era degli Smart Contracts: potenzialità e limiti di uno strumento rivoluzionario*, in *DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA*, 3 giugno 2021, p. 26

⁵⁸ R. BATTAGLINI E M. T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*; Giuffrè Francis Lefebvre; 2019; p.90

2.3.2 *L'inadempimento negli smart contract*

Precedentemente abbiamo visto che gli smart contract sono costruiti per eseguire automaticamente il contenuto del contratto senza l'intervento umano, questo ha bisogno di un input (interno alla blockchain o esterno) per eseguirsi.

Abbiamo letto come diversamente dai contratti tradizionali dove il contratto diviene vincolante al momento della sua conclusione (ovvero quando il contraente accetta l'accordo e il proponente ne viene a conoscenza)⁵⁹, gli smart contract diventino vincolanti nel momento in cui questo viene eseguito in senso informatico; lo smart contract è sempre il risultato della volontà delle parti ma c'è una separazione tra la formazione di questo, che è affidata alla parti, e la sua esecuzione che è invece affidata al software.⁶⁰

In questo tipo di contratti l'idea che prevale in dottrina è che l'adempimento delle obbligazioni è indipendente dalla volontà dei contraenti⁶¹. Uno dei vantaggi degli smart contract è la certezza dell'adempimento, tuttavia la sua automazione comporta anche dei rischi. Una mancanza di flessibilità e meccanismi di cancellazione nel codice possono rendere difficile intervenire in caso di errori o falsa dichiarazioni di intenti, in questi casi la certezza dell'adempimento può diventare dannosa conducendo alla possibile esecuzione di smart contract illeciti o non validi.

Un quesito interessante è cosa succede quando si presenta un evento sopraggiunto e impreveduto che non permette l'esecuzione del contratto poiché la condizione prevista e necessaria non si è verificata.

Come precedentemente spiegato gli smart contract usano la logica if/then, con la mancanza dell'input (if) il software non sarà in grado di operare, questo è un aspetto importante perché porta alla luce quanto possa essere dannosa e limitante l'immodificabilità degli smart contract in presenza di sopravvenienze contrattuali⁶² e davanti a fenomeni di inadempimento.

Non è impossibile pensare che uno smart contract trovi un modo per risolvere un contratto per inadempimento⁶³, per esempio la creazione di una library contenente delle variabili che corrispondono a specifiche clausole contrattuali. Nel caso di un inadempimento previsto tra quelli elencati nella library, si attiverrebbero automaticamente le conseguenze derivanti dall'inadempimento come la richiesta di adempimento o la risoluzione del contratto⁶⁴.

⁵⁹ M.F. TOMMASINI.,Lo Smart Contract e il diritto dei contratti, in Riviste, Jus Civile, Giappichelli, 2022, par.6

⁶⁰ V. BELLOMIA, Il contratto intelligente: questioni di diritto civile, in Judicium. Il processo civile in Italia e in Europa, 2020, par.3

⁶¹G. FINOCCHIARO, Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale, in Rivista Trimestrale di Diritto e Procedura Civile n.2, par.7, 2018

⁶² E. MAIO, La gestione dell'inadempimento contrattuale negli smart contract, 2022, p. 1339

⁶³ L. PAROLA, P. MERATI,G. GAVOTTI, Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte, in Contratti, 2018, 6, p.687.

⁶⁴ TOMMASINI M.F.,Lo Smart Contract e il diritto dei contratti, in Riviste, Jus Civile, Giappichelli, 2022, par.11

Più complicata è la questione riguardante le sopravvenienze contrattuali ovvero eventi estranei al contratto ma che incidono su questo.

L'immodificabilità dello smart contract è una caratteristica fondamentale che, da un lato, garantisce una maggiore certezza delle transazioni, ma dall'altro limita la libertà contrattuale quando è necessaria una variazione delle condizioni contrattuali. Questa limitazione ha portato alla necessità di avanzare proposte risolutive in merito.

La gestione delle sopravvenienze contrattuali è rimessa alla volontà delle parti che possono scegliere una rinegoziazione o di sciogliersi dal vincolo. Mentre alcune sopravvenienze possono essere previste e programmate fin dall'inizio nel codice, altre richiedono l'intervento dell'oracolo per confermare il verificarsi di eventi esterni alla blockchain, come verificare che un pacco non sia stato consegnato dal corriere. Tuttavia, ci sono sopravvenienze che sono difficili da prevedere e programmare.⁶⁵ Grazie alla logica if/then le parti contrattuali potranno programmare le possibili sopravvenienze e inserire nel codice le clausole facenti riferimento ad una risoluzione di queste.

Nel caso di impossibilità sopravvenuta quindi nella condizione in cui la prestazione sia assolutamente e oggettivamente impossibile e imprevedibile, e la causa non imputabile al debitore o al creditore, questo scenario può essere risolto dal contratto intelligente attraverso l'ottenimento delle informazioni pertinenti da parte degli oracoli⁶⁶. Questo può liberare la parte dall'obbligo ad adempiere e attivare una restituzione parziale o totale della controprestazione e, nel caso fosse parzialmente impossibile bilanciare la controprestazione in maniera proporzionale⁶⁷. Questo sistema può essere applicato anche nel caso di eccessiva onerosità della prestazione prevedendo un possibile squilibrio economico e inserendolo dall'inizio nelle clausole del contratto, una volta verificatosi l'evento straordinario gli oracoli lo comunicheranno allo smart contract ricalcolando il valore della prestazione.

Riflettendo sulla struttura dello smart contract, stipulare un nuovo smart contract con lo stesso oggetto ma con condizioni diverse può essere considerato a tutti gli effetti una rinegoziazione del contratto originale. Questo perché la sua auto esecuzione risponde alla logica if/then: solo quando si verifica la condizione prevista, si realizza la conseguenza. Pertanto, se la condizione non si verifica, l'esecuzione del contratto non avviene. La rinegoziazione non implica cambiare completamente il contratto ma concluderne uno nuovo con condizioni diverse da quelle in quello precedente.⁶⁸ Risulta più complesso, invece, il caso in cui le parti desiderano sciogliere

⁶⁵ D. BROCCHI, Smart contract: sull'applicabilità della disciplina civilistica dei contratti, 2022/2023, p. 95

⁶⁶ A. STAZI, Smart Contracts and comparative law. A western perspective, Springer Nature Switzerland AG e G. Giappichelli Editore, Svizzera, 2021, p. 185

⁶⁷ M. F. TOMMASINI, Lo Smart Contract e il diritto dei contratti, in Riviste, Jus Civile, Giappichelli, 2022, par.11

⁶⁸ MAIO E., La gestione dell'inadempimento contrattuale negli smart contract, 2022, p. 1340

il vincolo, poiché l'esecuzione automatica degli smart contract sembra eliminare gli "imprevisti". Non sarebbero quindi contemplate né l'impossibilità sopravvenuta, né l'eccessiva onerosità della prestazione, né l'inadempimento. La Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2020⁶⁹ richiede l'adozione di misure che assicurino che gli smart contract siano dotati di meccanismi in grado di sospendere l'esecuzione e di garantire un equilibrio e una parità adeguata tra le parti poiché l'esecuzione automatica può creare uno squilibrio contrattuale, favorendo la parte contraente più forte.⁷⁰

Capitolo 3 – “Code is Law” e il caso The DAO

3.1 “Code is Law”

Il concetto di “Code is Law” viene esplorato da Lawrence Lessig nel suo libro “Code and Others Laws of Cyberspace” nel 1999, poi ripreso in un suo articolo del 2000 intitolato proprio “Code is Law”⁷¹. In questi testi Lessig esamina i problemi di Internet che stanno emergendo a quel tempo e sostiene che la mancanza di regolamentazione governativa di Internet non significa assenza totale di regolamentazione, ma che il codice scritto dai programmatori possa fungere da modello per stabilire regole e incarnare i valori necessari per regolare la società nel cyberspazio.

Lessig si sofferma su tre punti principali⁷²:

il codice e la legge devono lavorare insieme per controllare Internet, i protocolli di collegamento dati utilizzati in Internet (es TCI e IP) permettono la trasmissione e condivisione di dati restando anonimi senza poter identificare la fonte, questo può essere un vantaggio perché garantisce la libertà di parola ma in caso di illeciti come crimini informatici, l'anonimato diventa un ostacolo all'identificazione e alla persecuzione dei crimini.

“la scelta sul codice e sulla legge sarà un scelta sui valori”, il modo in cui viene scritto il codice riflette i valori e priorità della società. Facendo un esempio su una società di distribuzione musicale, che spia il contenuto degli hard disk degli utenti, Lessig ci fa notare come solo il governo potrebbe imporre una sanzione alla società obbligandola poi a smettere. Come le leggi che vengono approvate nel mondo reale rispecchiano la società in cui viviamo così è anche per il cyberspazio. È necessario che determinati valori, quali possono essere la

⁶⁹ www.europarl.europa.eu

⁷⁰ MAIO E., La gestione dell'inadempimento contrattuale negli smart contract, 2022, p. 1341

⁷¹ L. LESSIG, Code Is Law, Gennaio 2000

<https://www.harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law.html>

⁷² “Code is Law”, Q. E. Urquhart & Sullivan, 10 maggio 2022

privacy e la libertà di espressione, trovino posto nel codice attraverso la legge formale perché il codice deve essere governato.

Il codice regola ma sono le persone a scrivere il codice, Lessing spiega che non bisogna vedere la regolamentazione del codice come un concetto binario, presente o assente. La regolazione da parte di un governo può essere minima, così da lasciare sempre un certo grado di libertà ma fondamentale cosicché i programmatori non possano fare solamente i propri interessi non dando importanza a determinati valori come quelli precedentemente citati. Una sorta di regolamentazione sarà sempre presente, il rischio è che lasciandola totalmente in mano ai programmatori questi abusino della loro posizione e che molti valori importanti siano lasciati fuori dal codice. A differenza della legge tradizione che stabilisce le regole e punisce la non conformità, il codice determina in primo luogo cosa le persone possono e non possono fare ⁷³, in una visione più ampia: se il codice lo consente, allora è legale.

Chi appoggia questa teoria sostiene che il codice prevarrà indipendentemente dal fatto che sia in conflitto con qualcos'altro, anche in caso di un bug o di un problema tecnico nel codice, questo si applicherà comunque. Viene sostenuta anche la tesi che la legge algoritmica sia più chiara e riduca la soggettività che è insita nei sistemi giuridici tradizionali. Trasporre le norme giuridiche in norme tecniche non è facile; le norme giuridiche sono scritte come norme generali in un linguaggio naturale che è intrinsecamente ambiguo, le norme tecniche possono essere implementate solo in codice e si basano su algoritmi formali e modelli matematici, questo tipo di regolamentazione è quindi più specifica e meno flessibile delle disposizioni giuridiche che pretende di mettere in pratica.⁷⁴

Il concetto di “Code is Law” ci fa capire che chi controlla il codice ha il potere di modellare dinamiche sociali e comportamenti degli utenti online, Lessing invita a riflettere su chi dovrebbe poter controllare il codice e da quali valori questo dovrebbe essere guidato, perché se è vero che il codice garantisce chiarezza e coerenza, la scrittura di un codice può generare situazioni e conseguenze mai immaginate dai programmatori e in grado di far dubitare della teoria “Code is Law” anche le piattaforme che ne hanno fatto la base del loro funzionamento.

⁷³ S. HASSAN e P. DE FILIPPI, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code p. 88-90 <https://journals.openedition.org/factsreports/4518#tocto1n2>

⁷⁴ P. DE FILIPPI e S. HASSAN, Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code, novembre 2016

[Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code | First Monday](#)

3.2 *The DAO: spiegazione e riflessioni*

Una DAO (Decentralized autonomous organization) è un fondo comune decentralizzato, consiste in un conglomerato di smart contract che operano secondo una logica comune che sono in grado di definire la governance della DAO stessa, queste sono autonome e anche in grado di accumulare capitale, quindi autosufficienti. In alcune di queste DAO è possibile che gli utenti interagiscano tra loro e possano ottenere diritto di voto tramite l'acquisto di token di governance, questi permettono al proprietario di partecipare ad un parte di perdite e/o profitti del fondo⁷⁵, proporre e votare nuove regole che vengono eseguite tramite gli smart contract, accumulare grandi quantità di token conferisce una maggiore influenza nelle decisioni. È proprio da qui che prende il nome la prima organizzazione di questo tipo: *The DAO*, una startup che gestiva un fondo di investimento Ether e operava come uno smart contract su Ethereum. Lanciato nel 2016 The Dao fu il primo smart contract del suo genere e in meno di poche settimane raccolse 150 milioni di dollari (12 milioni di Ether).

Sfortunatamente The DAO non ha conosciuto la fama per il tipo di progetto pioneristico ma per essere stata il soggetto di uno dei più grandi attacchi informatici nella storia delle criptovalute. Nel giugno del 2016, dopo appena un mese dal lancio, gli ETH all'interno di The DAO cominciarono ad essere prosciugati ad una velocità di 100 ETH al secondo⁷⁶, un errore all'interno del programma ha dato la possibilità ad un utente, tuttora sconosciuto, di prelevare 60 milioni di dollari (3,6 milioni di Ether) che oggi varrebbero 7.3 miliardi di dollari.⁷⁷

In seguito al fatto che nessuno fosse in grado di recuperare il proprio investimento e che in The DAO nessuna vera autorità statale avesse giurisdizione, si formarono due correnti di pensiero. La prima faceva appello a "Code is Law", alla prevalenza del software e all'immutabilità della blockchain; l'hacker era riuscito ad usare le sue capacità per analizzare la correttezza dello smart contract ed aveva usato l'errore a suo vantaggio, l'uso di hard fork non sarebbe stato diverso dall'uso di procedure standard di una banca centrale, andando di fatto a scontrarsi con la teoria della prevalenza del codice⁷⁸.

La seconda invece voleva una modifica della rete tramite un hard fork che può essere descritta come una creazione di un universo parallelo. Dopo un hard fork la versione originale della blockchain e quella nuova si separano completamente, la nuova eredita la cronologia della

⁷⁵ V. BUTTERIN, DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide, 6 maggio 2014, su [Ethereum.org](https://ethereum.org)

⁷⁶ E. CANCELLI La vera storia di TheDAO: l'attacco informatico più importante nella storia delle criptovalute, 9 luglio 2022

⁷⁷ O. KONASHEVYCH, Riflessioni a 5 anni dalla crisi di The DAO e dall'hard fork di Ethereum, 25 Luglio 2021

⁷⁸ E. CANCELLI La vera storia di TheDAO: l'attacco informatico più importante nella storia delle criptovalute, 9 luglio 2022

vecchia ma tra le due non ci sarà alcuna comunicazione o opzione di transazioni.⁷⁹ Quindi se era possibile recuperare i soldi rubati e restituirli ai proprietari perché non farlo?

Alla fine prevalse la seconda e fu possibile recuperare circa il 70% dei fondi rubati prima che scadesse il periodo di attesa per il ritiro. Nei giorni successivi l'hacker pubblicò una lettera spiegando di non aver fatto nulla di male perché nel sito di The DAO era presente un messaggio che rimandava alla prevalenza dello smart contract.

Questo episodio mette in luce il rischio della progettazione e dell'esecuzione di contratti intelligenti non sicuri, la possibile vulnerabilità degli smart contract e ha mostrato che in realtà c'è la possibilità di una retroattività della blockchain nonostante la caratteristica fondamentale della blockchain: l'immutabilità.

Se si vuole analizzare l'utilizzo dell'hard fork e quindi la "violazione" dell'immutabilità dal punto di vista della governance in caso di "Code is Law" si può paragonare la blockchain ad uno statuto in cui la legge è scritta e concretizzata sotto forma di smart contract. L'hard fork può essere visto come un modo legittimo che la minoranza può usare per proteggere i propri interessi e staccarsi dalla maggioranza se il contratto viene alterato o in presenza di avvenimenti indesiderati.⁸⁰

⁷⁹ G.KAUR Cos'è una Hard Fork?, 22 Febbraio 2024

⁸⁰ O. KONASHEVYCH, Riflessioni a 5 anni dalla crisi di The DAO e dall'hard fork di Ethereum, 25 Luglio 2021

CONCLUSIONE

Il presente elaborato ha esplorato alcune delle tipologie di contratti nate dall'incontro tra obbligazioni e intelligenza artificiale focalizzandosi sui contratti cibernetici e smart contract con lo scopo di analizzare una delle principali sfide che questi nuovi contratti pongono alla giurisprudenza. È stato esaminato il funzionamento dei contratti cibernetici riscontrando la presenza della tecnologia nel fenomeno degli agenti software. Questi modellano il funzionamento del contratto cibernetico grazie alle loro principali caratteristiche: *autonomia, mobilità e la capacità di apprendimento*. L'intervento del software ha fatto sorgere dubbi sul ruolo che l'elaboratore ha nella trasmissione della volontà e sulla conformità dell'espressione di questa da parte dei contraenti. La tesi maggiormente condivisa è quella che considera l'elaboratore come un mezzo di trasmissione della volontà contrattuale in quanto il contenuto del contratto è predeterminato e non imprevedibile. Si è poi riscontrato che la volontà sembra sorgere in due momenti: nella decisione di utilizzazione del software e nell'individuazione dei termini e condizioni della contrattazione. Nonostante la volontà sia un tema molto divisivo tra i giuristi si è potuto concludere che nel contratto cibernetico si è in presenza di un affievolimento di questa e appare ormai necessaria l'introduzione di norme specifiche e appropriate per questa tipologia di contratti. Nel primo capitolo si è affrontato anche brevemente il caso di errore dell'agente software definendo l'errore come una discrepanza tra il risultato atteso e il risultato (non) raggiunto. L'autonomia dell'agente software varia a seconda della struttura di questo, talvolta si avvale di metodi euristici ed esplosioni combinatorie che non procedono con strategie algoritmiche ma lasciano molto spazio di manovra, compresa la possibilità dell'errore. Questo fa sì che in certi casi sembri applicabile la disciplina dei vizi della volontà e dell'errore. Un contratto concluso con un agente software potrà essere annullato se viziato da un errore essenziale e riconoscibile, ma in alcuni casi sarà corretto attribuire la responsabilità all'utilizzatore, quando questo sceglie di avvalersi dell'elaboratore il rischio deve considerarsi accettato e supportato sulla base del principio di autoresponsabilità.

Nel secondo capitolo si è analizzato il funzionamento degli smart contract, considerati molto sicuri grazie all'utilizzo di un database decentralizzato, trasparente ed inalterabile, ovvero la tecnologia Blockchain. Ci si è soffermati sull'importanza degli Oracoli, che permettono l'attivazione dello smart contract a seguito del verificarsi di un determinato evento. Di particolare rilievo è risultata la responsabilità oggettiva. È emersa la necessità di una collaborazione tra giuristi e programmatori poiché entrambi potrebbero essere ritenuti responsabili se non rispettassero il livello di ragionevole diligenza. Tuttavia, la decentralizzazione, disintermediazione e pseudonimia che caratterizzano la blockchain rendono difficile l'individuazione della responsabilità giuridica. Nella fattispecie della responsabilità

oggettiva questa è in capo al gestore-creatore per la responsabilità dei danni derivanti da un malfunzionamento della piattaforma poiché questa pende su chi poteva evitarlo, ma non si può ritenere il gestore responsabile basandosi sulla colpa. Sembra invece essere in capo all'utilizzatore nel momento in cui ci sia un errore di transazione poiché non sembra un'opzione possibile l'affidamento ad un terzo per la correzione di errori o comportamenti di altri utenti. Uno dei vantaggi dei contratti intelligenti è la certezza dell'adempimento, tuttavia la sua automazione comporta anche dei rischi. A differenza dei contratti tradizionali che diventano vincolanti alla firma, gli smart contract diventano vincolanti solo all'esecuzione informatica, l'adempimento delle obbligazioni è indipendente dalla volontà dei contraenti, ma la mancanza di flessibilità e meccanismi di cancellazione può portare a rischi di errori o falsa dichiarazione. La gestione delle sopravvenienze contrattuali è lasciata alla volontà delle parti, che possono rinegoziare o sciogliere il vincolo, alcune possono essere previste nel codice, altre richiedono l'intervento dell'oracolo per confermare eventi esterni. Lo smart contract può risolvere l'impossibilità sopravvenuta, garantendo una restituzione parziale o totale. La rinegoziazione comporta stipulare un nuovo smart contract con condizioni diverse.

Infine nel terzo capitolo si è voluto esplorare il concetto di "Code is Law", il quale ritiene che il codice prevarrà sempre, anche in caso di conflitti o problemi tecnici, suggerendo che le leggi algoritmiche siano più chiare e meno soggettive rispetto alle norme giuridiche tradizionali. Tuttavia, il controllo del codice può modellare dinamiche sociali e comportamenti online in modi imprevedibili e mettere in discussione la teoria stessa come nel caso di The DAO, la quale fu vittima di un attacco informatico che portò alla perdita di milioni di dollari. Dopo la proposta (poi accettata) di hard fork, fu possibile recuperare una parte dei fondi rubati. L'attuazione di hard fork ha scavalcato la teoria di "Code is Law" andando di fatto ad intervenire sulla prevalenza del codice. Questo incidente sottolinea i rischi dei contratti intelligenti non sicuri e la non così immodificabile immutabilità della blockchain.

In conclusione, possiamo affermare che nonostante le attuali norme della disciplina tradizionale possano essere applicabili e ci mostrino una via per l'inquadramento e la risoluzione di eventuali contenziosi, tuttavia questa non è adeguata. L'utilizzo dei contratti cibernetici e degli smart contract fa parte ormai della nostra vita quotidiana, la loro applicazione ha portato a significativi cambiamenti e benefici in molti settori, è innegabile che il loro utilizzo diventerà sempre più frequente. Per questo è fondamentale un intervento da parte dei legislatori per regolare adeguatamente questa fattispecie di contratti prendendo coscienza delle loro caratteristiche e delle sfide che questi presentano. È evidente la necessità di una collaborazione tra giuristi e programmatori e la formazione di giuristi esperti non solo in ambito contrattuale ma anche informatico per una totale comprensione di queste nuove forme di contratti.

SITOGRAFIA

“Code is Law”, Q. E. Urquhart & Sullivan, 10 maggio 2022
<https://www.quinnemanuel.com/media/u3hbmhxx/client-alert-code-is-law.pdf>

D. CAMBOSU, Smart contract: cos'è, le applicazioni e come cambia le assicurazioni, Economy Up, Gennaio 2014 <https://www.economyup.it/fintech/insurtech/smart-contract-cos-e-e-a-cosa-serve-nelle-assicurazioni/>

E. CANCELLI La vera storia di TheDAO: l'attacco informatico più importante nella storia delle criptovalute, 9 luglio 2022 [Storia dell'attacco hacker a TheDAO: il più famoso della storia cripto \(crypto.it\)](https://www.storiatrading.com/it/la-vera-storia-di-the-dao-l-attacco-informatico-piu-importante-nella-storia-delle-criptovalute)

F. MASAIA, Smart Contrat nel real estate, in COLIBRYX, <https://colibryx.com/blog/smart-contract-nel-real-estate>

G. CORAGGIO, what is the liability deriving from the blockchain? And how to handle it? In GamingTechLaw, 24 Ottobre, 2022 [What liability deriving from the blockchain? And how to handle it? \(gamingtechlaw.com\)](https://www.gamingtechlaw.com/what-liability-deriving-from-the-blockchain-and-how-to-handle-it/)

G.KAUR Cos'è una Hard Fork?, 22 Febbraio 2024 [Soft fork vs hard fork: What is a hard and soft fork in cryptocurrency? \(cointelegraph.com\)](https://www.cointelegraph.com/news/soft-fork-vs-hard-fork-what-is-a-hard-and-soft-fork-in-cryptocurrency)

KNOBS, Gli oracoli clockchain spiegati in modo semplice <https://knobs.it/gli-oracoli-blockchain/>

L. ROTA, Il ruolo della tecnologia blockchain nella tracciabilità alimentare, su CIBERLAW, Aprile 2020 [Il ruolo della tecnologia blockchain nella tracciabilità alimentare – CyberLaws](https://www.ciberlaw.it/it/ruolo-della-tecnologia-blockchain-nella-tracciabilita-alimentare)

O. KONASHEVYCH, Riflessioni a 5 anni dalla crisi di The DAO e dall'hard fork di Ethereum, 25 Luglio 2021 [Riflessioni a 5 anni dalla crisi di The DAO e dall'hard fork di Ethereum \(cointelegraph.com\)](https://www.cointelegraph.com/news/riflessioni-a-5-anni-dalla-crisi-di-the-dao-e-dall-hard-fork-di-ethereum)

SOLVE.IT, 22 Giugno 2021, <https://www.solve.it/blockchain-e-smart-contract-per-la-tracciabilita-dei-prodotti-made-in-italy/>

Trading algoritmico: cos'è e come funziona? in Ungeracademy.com, 26 Aprile 2024 <https://ungeracademy.com/it/posts/trading-algoritmico-cosa-e-come-funziona>

V. BUTERIN, DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide, 6 maggio 2014, su Ethereum.org <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>

www.europarl.europa.eu

BIBLIOGRAFIA

- A. CONTALDO, F. CAMPARA, Blockchain criptovalute, smart contract, industria 4.0. Registri digitali, accordi giuridici e nuove tecnologie, Pisa, 2019
- A. PARASPORO, Contratti informatici: Telematici e Cibernetici, 2017
- C. CASTRONOVO, Responsabilità civile, Milano, 2018
- C. LEANZA, Intelligenza artificiale e diritto: ipotesi di responsabilità civile nel terzo millennio, 2021
- C. MASCIOPINTO, L'IMPATTO DEGLI SMART CONTRACTS SULLA DISCIPLINA DEL CONTRATTO. UNA NUOVA FRONTIERA DELL'AUTONOMIA NEGOZIALE?
https://iris.luiss.it/retrieve/ce51ac2d-6f48-4a17-bfe6-1d50214d6569/20230417_MASCIOPINTO.pdf
- D. BROCCHI, Smart contract: sull'applicabilità della disciplina civilistica dei contratti
- E. GIANNANTONIO, Manuale di diritto dell'informatica, Cedam, 1997
- F. BRAVO, Contrattazione telematica e contrattazione cibernetica, Giuffrè, 2007
- F. BRAVO, Contratto cibernetico, in Dir. informatica, 2011
- F. PILKINGTON, Blockchain Technology: Principles & Applications, in AA.VV., Research Handbook on Digital Transformations, Cheltenham, 2016
- G. BERRINO, L'impegno contrattuale telematico, fra diritto comune e disciplina speciale
- G. CARIDI, Introduzione alla elaborazione automatica dei dati per le decisioni economiche e finanziarie, Edizioni scientifiche Italiane, 1997
- G. FINOCCHIARO, I contratti informatici, Cedam, 1997
- G. FINOCCHIARO, Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale, in Rivista Trimestrale di Diritto e Procedura Civile n.2, 2018
- G. FINOCCHIARO, La conclusione del contratto telematico mediante i "software agents": un falso problema giuridico?, in Contratto e Impresa, 2002
- G. SARTOR, Gli agenti software: nuovi soggetti del ciberdiritto?, in Contratto e impresa, 2002
- G. SARTOR, Intelligenza artificiale e diritto. Un'introduzione, Giuffrè, 1996
- G. SARTOR, Le applicazioni giuridiche dell'intelligenza artificiale. La rappresentazione della conoscenza, Giuffrè, 1990

J.FORTUNA, smart contract, autonomia privata e diritto dei contratti nella prospettiva comparatistica

https://upad.unimc.it/retrieve/5fc04eb2694e4bf48e1755113bab7f53/Fortuna_Tesi_Dottorato.pdf

L. LESSING, Code Is Law, Gennaio 2000 <https://www.harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law-html>

L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte, in Contratti, 2018

M. BONIFACCIO-D. PONTE, Errore: colpevole manchevolezza o occasione di progettazione del reale?, in Network, 2005

M. CRISAFULLI, L'era degli Smart Contracts: potenzialità e limiti di uno strumento rivoluzionario, in DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA, 3 giugno 2021 [*02_15_2021-Burdese_AI_Generated_databases \(dimt.it\)](https://www.dimt.it/Burdese_AI_Generated_databases)

M. F. TOMMASINI, lo smart contract e il diritto dei contratti in Riviste, Jus Civile, Giappichelli, 2022, http://images.juscivile.it/f/articoli/544_articolo_B3Sbj_JUSCIVILE.pdf

MAIO E., La gestione dell'inadempimento contrattuale negli smart contract, 2022 [57.-Emanuela-Maio-1334-1347.pdf \(revista-aji.com\)](https://www.revista-aji.com/57-Emanuela-Maio-1334-1347.pdf)

MARCHESONI E., Blockchain e mercato immobiliare: i vantaggi degli smart contract in Agenda Digitale, 2019, all'indirizzo: <https://www.agendadigitale.eu/documenti/blockchain-e-mercatoimmobiliare-i-vantaggi-degli-smart-contract/>

Michele Giaccaglia, Gli Smart Contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori, in DIRITTO MERCATO TECNOLOGIA FONDATA E DIRETTA DA Alberto M. Gambino, 20 maggio 2020 <https://www.dimt.it/wp-content/uploads/2020/08/Giaccaglia-SmartContracts-completo.pdf>

N. BUONANNO, La responsabilità civile nell'era delle nuove tecnologie: l'influenza della blockchain, in Resp. civ. prev., 2020

N. IRTI, Scambi senza accordo, in Riv. Trim. dir. Proc. Civ., 1998

N. SZABO, Smart Contracts, in <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>, 1994.

- N. SZABO, Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, 1996
https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html
- N. SZABO, The Idea of Smart Contracts, 1997
https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html
- P. DE FILIPPI e S. HASSAN, Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code, novembre 2016 [Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code | First Monday](#)
- R. BATTAGLINI E M. T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche; Giuffrè Francis Lefebvre; 2019
- R. CLARIZIA, informatica e conclusione del contratto, Giuffrè editore, 1985
- R. G. WAGNER, Produkthaftung für autonome Systeme, in Arch. Civ. Prax., 2017
- S. ACETO DI CAPRIGLIA, Contrattazione algoritmica. Problemi di profilazione e prospettive operazionali. L'esperienza "pilota" statunitense, in Federalismi, 18/2019
- S. GRUNDMANN, P. HACKER, *Digital technology as a challenge to european contract law*. Da The existing to the future architecture, su European Review of Contract Law, 2017
- S. HASSAN e P. DE FILIPPI, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code <https://journals.openedition.org/factsreports/4518#tocto1n2>
- S. SAFIER, *Between big brother and the bottom line: privacy in cyberspace*, in Virginia journal of law & technology, 2000
- S. SICILIANO, Blockchain e smart contract, Settembre 2022
[BLOCKCHAINESMARTCONTRACTS.pdf](#)
- STAZI A., Smart Contracts and comparative law. A western perspective, Springer Nature Switzerland AG e G. Giappichelli Editore, Svizzera, 2021
- V. BELLOMIA., Il contratto intelligente: questioni di diritto civile, in Judicium. Il processo civile in Italia e in Europa, 2020

Totale parole (esclusi frontespizio, indice, sitografia e bibliografia): 9.196