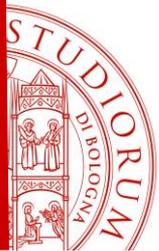


Contratti e smart contracts

Giovanni Sartor

Cirsfid-Università di Bologna

Istituto Universitario Europeo, Firenze



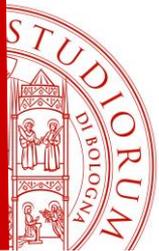
Il contratto per il diritto

- Art. 1321 **Codice civile**. Il **contratto** è l'accordo di due o più parti per costituire, regolare o estinguere tra loro un rapporto giuridico patrimoniale
- Art. 1322. Le parti possono liberamente determinare il contenuto del contratto nei limiti imposti dalla legge



Che cosa è il contratto

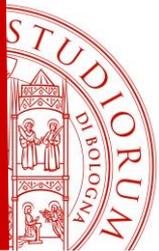
- Un atto istituzionale:
 - Le parti dichiarano la loro volontà di realizzare un certo risultato giuridico (mediante la loro dichiarazione)
 - La legge riconosce questa volontà: fa sì che la dichiarazione realizzi effettivamente il suo contenuto
- Esempio:
 - Tizio e Caio dichiarano che Tizio vende a Caio il suo PC al prezzo di 100 Euro, da pagare entro una settimana (cioè che Tizio trasferisce a Caio il suo PC e che Caio è obbligato a pagare 100 Euro)
 - In seguito alla dichiarazione il computer non appartiene più a Tizio, ma a Caio, e Caio ha l'obbligo di pagare 100 euro entro una settimana.



Transizione tra stati istituzionali delle parti

- Da Prop (T, PC) & -Prop (C, PC) a -Prop (T, PC) & Prop (C, PC)
- Da $-Ob(\text{Paga}(T,C, 100))$ a $Ob(\text{Paga}(T,C,100))$
- La norma generale sui contratti stabilisce che
 - Se due persone dichiarano una transizione ammessa tra le loro posizioni giuridiche, la transizione si verifica
 - La transizione può consistere nel passaggio di un diritto (verso terzi) dall'uno all'altro, oppure nella nascita o nell'eliminazione di un obbligo dell'uno verso l'altro.

- Alcuni effetti si verificano automaticamente, in seguito alla formazione del contratto (il passaggio di proprietà dal venditore al compratore)
- Gli obblighi del contratto nascono automaticamente (e.g., l'obbligo di pagare il prezzo), ma il risultato finale richiede che le parti adempiano ai loro obblighi.
- Il contratto può stabilire che taluni obblighi o trasferimenti, si verificano in conseguenza di eventi futuri (obbligo di pagare penale il seguito a trasferimento, cancellazione contratto in seguito a disdetta)



Effetti del contratto

- Il contratto produce gli effetti stabiliti dalle parti, ma:
 - **Interpretazione** Una clausola nel contratto può essere ambigua e richiedere interpretazione, in caso di disaccordo da parte del giudice (C possiede due PC, quale dei due è oggetto della vendita?)
 - **Completamento.** Il contratto può non specificare alcuni aspetti (dove deve essere consegnato il PC?) e la legge li può integrare automaticamente
 - **Rimozione.** Il contratto può contenere clausole illegali (il contratto esclude ogni responsabilità per danni derivanti da difetti del computer), prive di effetto
 - **Invalidità** Il contratto può essere nullo, o annullabile a richiesta della parte, quando presenta certi difetti nel contenuto (illegale), nella forma, o nella formazione (errore, violenza, dolo)
 - **Risoluzione.** Gli effetti possono venire meno (risoluzione del contratto) per fatti successivi. (se T non paga il prezzo del computer, C può chiedere che il contratto venga risolto)



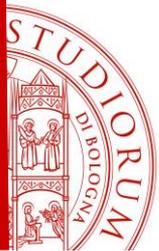
Life-cycle del contratto

- **Trattative**
- **Stesura:** forma scritta (linguaggio naturale), atto pubblico, registrazione e certificazione
- **Esecuzione:** adempimento degli obblighi, esercizio dei diritti (e.g., di usare il bene ricevuto in comodato) e dei poteri stabiliti dal contratto
- **Controllo** sull'esecuzione della controparte, attuazione coercitiva (enforcement): attivazione di clausole penali, eccezione di inadempimento,
- **Controversia:** Ricorso a arbitro o giudice nel caso di controversia (inadempimento, annullamento risoluzione)



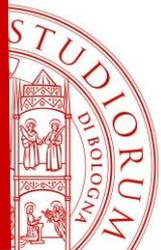
Smart contract

- **Smart contract:** "a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises" (Szabo)
- Spesso il termine "Smart contract" è usato per indicare qualsiasi software che possa operare su un "distributed ledger", in particolare su un block chain:
- Lo smart contract-software può non corrispondere ad un **contratto giuridico**:
 - Può stabilire il pagamento in esecuzione a un contratto già fatto off-chain (e.g. un pagamento in cryptocurrency da effettuarsi in una certa data)
 - Può essere un meccanismo per processo non contrattuale (ad esempio, per votare su un'iniziativa che non sarà giuridicamente vincolante)
- Lo smart contract-software può corrispondere a un contratto giuridico
 - Quale meccanismo per attuare un contratto giuridico specificato in linguaggio naturale o in altro linguaggio non eseguibile sul blockchain
 - Quale dichiarazione contrattuale giuridicamente vincolante.



Smart contract

- Qualsiasi software per un distributed ledger
- Software per un distributed ledger che attua a promesse mediante modifiche del ledger (tra le le parti)
- Software che per un distributed ledger che esegue un contratto giuridico esterno al ledger
- Software che per un distributed ledger che specifica un contratto giuridico computabile



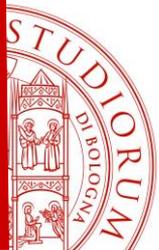
Smart contract vs contratto giuridico

- **Il contratto giuridico crea effetti istituzionali:** crea, modifica, trasferisce diritti, doveri e poteri (condizionati o incondizionati)
- **Lo smart contract stabilisce un processo computazionale.**
- Lo smart contract che sia anche un contratto giuridico effettua le due cose
- Qual è il rapporto tra i due:
 - Lo smart contract-software cambia le registrazioni che attestano la titolarità dei diritti e degli obblighi, in conformità al contratto giuridico
 - Se un obbligo stabilito nel contratto giuridico può essere adempiuto mediante una modifica del distributed ledger (e.g., pagamento in cryptocurrency) l'esecuzione dello smart contract-software compie l'adempimento
 - Se un risultato può essere ottenuto mediante una computazione esterna attivata dalle registrazioni, allora lo smart contract può attivare il risultato (e.g., blocco di automobile per rata non pagata)



Smart contract-software quale dichiarazione giuridica

- Lo smart contract-software con effetto giuridico ha una duplice funzione
 - Esprime la dichiarazione Intesa a realizzare un contenuto istituzionale (obblighi e diritti tra le parti)
 - La sua esecuzione “Attua” quel contenuto istituzionale
- Problema
 - Qual è il contenuto istituzionale del contratto, il significato della dichiarazione contrattuale?
 - Quello compreso dalle parti (che fare nel caso di errore)
 - Quello risultante dall’esecuzione del contratto



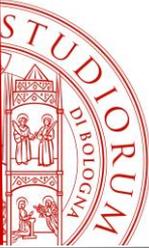
Alcuni problemi degli smart contract giuridici

- Interpretazione
 - Qual è la qualificazione del contratto: per esempio, un trasferimento di azioni a fronte di un pagamento è una vendita o un mutuo
 - Qual è il contenuto del contratto, se il risultato dell'esecuzione è diverso da quanto una parte si aspettava, anche sulla base di precedenti interazioni o indicazioni (e.g., il pagamento dovuto eccede quanto concordato). Difficoltà di capire il contenuto del programma
- Clausole illegali
 - Che accade se una clausola è illegale, per esempio stabilisce un interesse usurario? Come sostituire l'interesse usurario con quello legale?

- Clausole indeterminate (non implementabili):
 - Ragionevole richiesta,
 - Massima diligenza (best effort).
 - Sollecita risposta
 - In buona fede
 - Ecc.

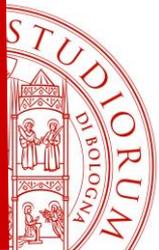
- **Contratto invalido:**
 - Il contratto invalido non ha effetto (se nullo), o può essere privato di effetti retroattivamente (se annullabile)
 - Il contratto valido può essere risolto (con efficacia retroattiva) date certe condizioni (tipicamente inadempimento)
 - Problema: Come annullare gli effetti di uno smart contract corrispondente a un contratto giuridico invalido. Che rimedi per le parti
 - Trigger che blocca il contratto incalido
 - Nuovo contratto che inverte gli effetti già realizzati dal contratto invalido

- Danni (e.g. da inadempimento, frode, comportamento inatteso del software predisposto da una delle parti)
- Controllo su traffici illeciti



Smart contracts procedurali e dichiarativi

- Oggi per gli smart contracts si usano linguaggi procedurali (Solidity)
- Numerose ricerche di AI & law hanno suggerito di usare invece linguaggi dichiarativi la stesura e l'attuazione (compliance) dei contratti. Event-calculus, Defeasible logic, Legal RuleML, Various logical languages, etc.
- Article1.0: =>[Forb licensee] use
- Article1.1: getLicense =>[Perm licensee] use
- Article2.1: =>[Forb licensee] publish [Compensated] [Obl licensee] remove
- Article2.2: getApproval =>[Perm licensee] publish



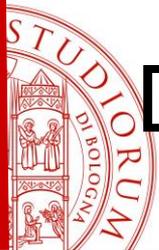
Problemi e opportunità di programmi dichiarativi

OPPORTUNITA'

- Vicinanza al linguaggio naturale (migliore comprensione, meno problemi di interpretazione)
- Compattezza (rapidità di redazione, meno errori)
- Controllabilità, verificabilità

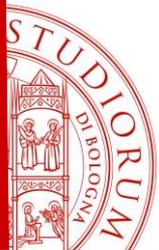
PROBLEMI

- Come eseguire le inferenze: on-chain o off-chain (costo vs sicurezza)
- Come controllare la correttezza delle inferenze
- Come collegare qualifiche dichiarative a istruzioni che modificano blockchain



Dai contratti giuridici a smart contracts giuridici

- Affiancare a un contratto in linguaggio naturale uno smart contract eseguibile
- Redigere contratti compositi, che uniscano clausole in linguaggio naturale (non computabili) e smart clauses
- Scrivere smart contracts usando linguaggi dichiarativi anziché procedurali
- Predisporre la possibilità di interventi esterni che blocchino l'esecuzione dello smart contract e ne invertano l'operazione nel caso di clausole invalide o di risoluzione
- Tutela di utenti e consumatori (ma anche professionisti) rispetto a clausole non comprensibili, standard, controlli, certificazione, autorità, ecc.
- Ecc.



Grazie per l'attenzione!

giovanni.sartor@unibo.it