

RELAZIONE DEL PROGETTO DI PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI

A.A 2019/2020

Guazzo Gianmarco - 1143352

Ottobre 2020

Progetto Liberty, "CoinFoundation"

Indice

1	CoinFoundation	3
2	Gerarchia (G)	3
3	Container (C)	4
4	Polimorfismo	4
5	Persistenza	5
6	GUI	5
7	Sviluppo/Analisi tempistiche	7
	7.1 Analisi tempistiche	7
	7.2 Ambiente di lavoro e test	7
	7.3 Compilazione	7
8	Riconsegna	8
	8.1 Dettagli modifiche/aggiunte	8
	8.2 Analisi tempistiche riconsegna	8

1. CoinFoundation

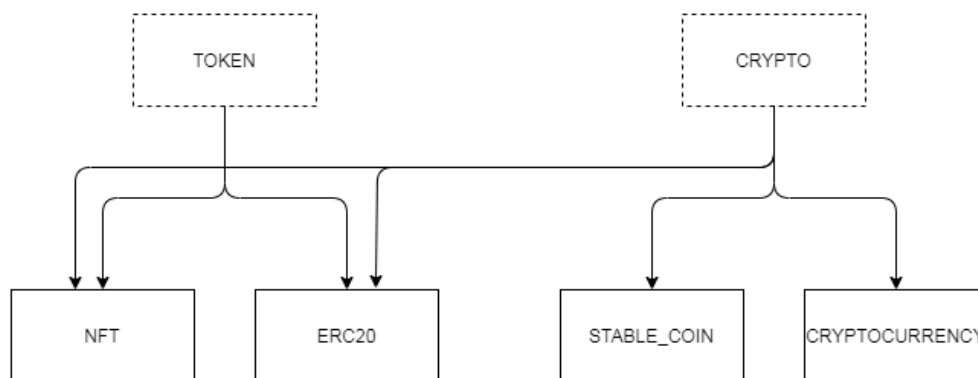
CoinFoundation è un'applicazione per gli investimenti nel mondo delle criptovalute. Oltre ad una lista delle maggiori criptovalute per capitalizzazione di mercato e per importanza viene messo a disposizione un calcolatore per il ROI (Return of Interest) di un ipotetico investimento in una delle suddette crypto. Ogni criptovaluta ha un minimo investimento possibile e dei parametri per il calcolo della percentuale ritornata.

Lo scopo quindi dell'applicazione è quello di istruire l'utente attraverso delle informazioni specifiche riguardo la criptovaluta selezionata e di fare un calcolo approssimativo sul possibile ritorno di un investimento.

Ogni criptovaluta ha delle informazioni ben precise nella lista di presentazione che poi verranno ampliate e descritte in una maniera più dettagliata nella sezione di fianco alla lista stessa.

Il progetto è stato interamente sviluppato in lingua inglese perché gran parte dei termini, se tradotti in italiano, non rendono bene il concetto sottostante, e perché le crypto sono un settore fortemente estero. Termini come Blockchain, Smart Contract, Token e altri non sono traducibili in italiano con un significato sensato.

2. Gerarchia (G)



La gerarchia G prevede due classi base astratte **CRYPTO** e **TOKEN** in cui sono contenuti i dati più importanti e descrittivi delle classi concrete sottostanti e i metodi astratti che devono essere implementati dalle stesse. La gerarchia al di sotto di **Crypto** è quindi composta da 2 classi concrete (**CRYPTOCURRENCY**, **STABLE COIN**), mentre al di sotto di **TOKEN** troviamo due classi concrete che rappresentano i token non fungibili (**NFT**) e quelli invece fungibili (**ERC20**) che descrivono i tipi di token più comuni nel mondo della Blockchain. Entrambe le due tipologie di token sono derivate sia da **TOKEN** che da **CRYPTO** in quanto ereditano da entrambe delle caratteristiche. Ecco la gerarchia:

- **CRYPTOCURRENCY**: una crypto che utilizza la tecnologia Blockchain per salvare e archiviare in maniera decentralizzata, sicura e trasparente le transazioni che avvengono nel network. Le criptovalute hanno diversi algoritmi di consenso, diverse modelli di creazione di nuove monete e hanno diversi scopi e modi di utilizzo. Rispetto alle altre tipologie di crypto questa classe è meno volatile e l'investimento richiesto è più alto rispetto ad esempio ai token. Al prezzo dei coin viene tolta una tassa per la piattaforma e per il ritorno dell'investimento viene calcolato in base al prezzo e al ritorno per ogni coin comprato.
- **STABLE_COIN**: le stable coin sono delle crypto non speculative che servono come investimento sicuro nel tempo essendo ancorate al valore del dollaro americano (USD). Su questa tipologia di crypto non ci sono ritorni sugli investimenti o tasse sulle monete in quanto, appunto, non sono asset speculativi. Il loro utilizzo più importante è quello di fungere come mezzo di interscambio tra il mondo delle valute tradizionali (fiat currency) e quello delle criptovalute.
- **ERC20**: I token fungibili sono creati al di sopra di uno smart contract chiamato ERC20 che ne identifica le caratteristiche principali come totalSupply, le dinamiche per le transazioni, il nome e il simbolo. Il costo di ogni token fungibile è calcolato togliendo una tassa e il ritorno ad ogni investimento tiene in considerazione l'elevata volatilità degli asset in considerazione.

- **NFT:** I token non fungibili sono creati al di sopra di uno smart contract chiamato ERC721 ma per evitare confusione e difficoltà di lettura nella GUI sono stati chiamati NFT (non fungible tokens). I token (non fungibili) sono asset unici e non speculativi che servono per dimostrare il possesso o meno di un determinato bene (digitale o fisico).

2. Container (C)

Il contenitore è stato pensato per gestire una lista di criptovalute da mostrare nella parte apposita di CoinFoundation. Per questo motivo è stata selezionata la struttura della lista linkata singolarmente. La lista contiene la classe interna e privata nodo (con campi data e next) che definisce i singoli elementi della lista.

Il container contiene il campo first che identifica il primo nodo della lista e il campo elem che conta la quantità di elementi all'interno della lista.

Nell'interfaccia pubblica della classe container sono state sviluppate anche le classi iterator e const_iterator.

Metodi pubblici della classe container:

- void push() aggiunge un nodo alla lista,
- void remove() rimuove un nodo dalla lista,
- bool empty() ritorna vero se la lista è vuota mentre falso se contiene elementi,
- void clear() inizializza i dati della lista con puntatore nullo e numero di elementi uguale a 0,
- unsigned int size() ritorna il numero di elementi all'interno della lista,
- T at(unsigned int) ritorna l'elemento all'indice dato.

Per le classi iterator e const_iterator è stato fatto l'overloading di alcuni operatori che differiscono tra di loro solo per il tipo ritornato:

- operator*(),
- operator->(),
- operator++(),
- operator++(int),
- operator==(),
- operator!=().

Oltre all'overloading dei metodi di iterator e const_iterator, entrambe le classi possiedono due metodi per l'iterazione sulla lista di nodi:

- begin(),
- end().

4. Polimorfismo

Come spiegato in precedenza, CoinFoundation ha il compito di istruire gli utenti e di seguirli nella decisione del miglior investimento a seconda della quantità di denaro da investire. Per questo sono stati sviluppati 4 metodi polimorfi comuni a tutte le classi per rendere immediato il display delle informazioni e del ritorno degli investimenti. Di seguito vengono esposti i metodi.

- metodo **ostream& print()** che descrive la criptovaluta selezionata e fa il display delle informazioni più importanti,
- metodo **double returnOfInvestment (unsigned int amountCouldInvest)** : calcola in maniera polimorfa, a seconda del tipo concreto, il ritorno dell'investimento (ROI) dato un ammontare che l'utente è disposto ad investire,
- metodo **double pricePerCoin()** : metodo che calcola in maniera polimorfa, a seconda del tipo concreto, il prezzo di ogni coin della relativa crypto,
- metodo **string coinType()** : metodo che ritorna semplicemente il tipo della moneta digitale selezionata. E' da considerarsi come funzione di utilità per fare il display del model.

5. Persistenza

Il progetto consente il salvataggio e caricamento delle informazioni tramite file. Per fare ciò l'applicazione utilizza un file XML creato appositamente. Il caricamento avviene in automatico all'avvio e il salvataggio su richiesta dell'utente. E' stato scelto il formato .xml in quanto la struttura del documento è di facile realizzazione e sono stati utilizzate le librerie dedicate per la gestione dello stesso. Il file viene caricato in automatico all'apertura dell'applicazione, mentre per salvare le modifiche o le relative rimozioni, all'utente verrà richiesta tramite **QMessageBox** la conferma o meno del salvataggio. Per questa funzione è stato definito il file [cryptomodelstorage.h](#) al cui interno troviamo le funzioni necessarie per svolgere i compiti sopra descritti.

Nella parte pubblica troviamo:

- costruttore,
- metodo **loadSaveModel()**, crea un modello dal file XML dato,
- metodo **saveModel()**, salva il file XML usando l'oggetto dato model.

Nella parte privata troviamo invece:

- **CoinTypes** come lista di criptovalute,
- metodo **createCryptoFromXMLNode()**, è un metodo di supporto per **loadSaveModel()** e lo aiuta a generare il corretto tipo di oggetti,
- metodo **createXMLNodeFromCrypto()**, è un metodo di supporto per **saveModel()** per generare un nodo XML dall'oggetto.

6. GUI

La GUI è composta da 3 parti principali:

- Uno spazio per l'inserimento della quantità che si vuole investire, uno per aggiungere una criptovaluta o per rimuoverla (1),

(1)

CoinFoundation								
How much you would invest? <input type="text" value="1"/>		Possible Return Of Investment: 0		<input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Remove"/>				
Coin Type	Name	Symbol	Description	Market Capitalization	Total Supply	Created on Top of	Min. Investment	
StableCoin	Tether	USDT	Tether converts cash into digital currency, to anchor or tet...	1.29024e+10	1.28639e+10	Bitcoin	0	
NFT	CryptoArt	ART	The CryptoArt is an NFT token describing a piece of art insi...	12000	1	Ethereum	0	
NFT	Gaming Savage	GMG	The Gaming Savage is an NFT token describing a card of a t...	1500	1	Ethereum	0	
NFT	The Architect	RED	The Architect is an NFT token describing a piece of art insi...	1500	1	Ethereum	0	
ERC20	Crypto.com Coin	CRO	Crypto.com Coin is the crypto-coin issued by Crypto.com e...	3.01645e+09	2.05005e+10	Ethereum	50	
ERC20	Binance Coin	BNB	Binance Coin is the crypto-coin issued by Binance exchang...	4.02867e+09	1.79884e+08	Ethereum	200	
ERC20	Polkadot	DOT	Polkadot enables cross-blockchain transfers of any type of ...	4.84986e+09	9.02354e+08	Ethereum	100	
ERC20	Chainlink	LINK	Your smart contracts connected to real world data, events ...	5.5366e+09	3.8401e+08	Ethereum	400	
Cryptocurrency	Cardano	ADA	Cardano is a blockchain platform for changemakers, innova...	3.51763e+09	3.11125e+10	--	20	
Cryptocurrency	Bitcoin Satoshi's Vision	BSV	Reflecting its mission to fulfil the vision of Bitcoin, the proj...	3.53367e+09	1.84986e+07	Bitcoin Cash	1500	
Cryptocurrency	Monero	XMR	Monero is cash for a connected world. It's fast, private, and...	1.87198e+09	1.77205e+07	--	300	
Cryptocurrency	Litecoin	LTC	Litecoin is a peer-to-peer digital currency that allows insta...	3.75788e+09	6.53186e+07	--	250	
Cryptocurrency	Bitcoin Cash	BCH	Bitcoin Cash brings sound money to the world, fulfilling th...	5.06711e+09	1.85001e+07	Bitcoin	2000	
Cryptocurrency	EOS	EOS	EOS is a project by the developer who build Bitshares and t...	2.49285e+09	9.45039e+08	--	50	
Cryptocurrency	Ripple	XRP	XRP is a digital asset built for payments. It is the native dig...	1.24206e+10	4.49426e+10	--	30	
Cryptocurrency	Ethereum	ETH	Ethereum is a global open source platform for decentraliz...	4.29689e+10	1.12337e+08	--	1500	
Cryptocurrency	Bitcoin	BTC	Bitcoin uses peer-to-peer technology to operate with no c...	2.10836e+11	1.84712e+07	--	10000	

- Un tabella customizzata per il display della lista di criptovalute in cui possiamo trovare le caratteristiche più importanti (1),
- Uno spazio visibile solo nel momento in cui si clicca su una criptovaluta nello specifico in cui vengono spiegate nel dettaglio le caratteristiche principali e una descrizione dettagliata del funzionamento della stessa (2),

(2)

The screenshot shows the CoinFoundation application window. At the top, there are input fields for 'How much you would invest?' (0) and 'Possible Return Of investment?' (0), along with 'Add' and 'Remove' buttons. Below this is a table listing various cryptocurrencies. The table has columns: Coin Type, Name, Symbol, Description, and Market Cap. The table lists Bitcoin, Ethereum, Tether, Ripple, Chainlink, Bitcoin Cash, Polkadot, Binance Coin, Litecoin, Bitcoin Satoshi's Vision, Cardano, Crypto.com Coin, EOS, Monero, CryptoArt, Gaming Savage, and The Architect. To the right of the table, a detailed view of Bitcoin is shown, including its logo, name, symbol (BTC), market capitalization, total supply, and a summary description.

Coin Type	Name	Symbol	Description	Market Cap
Cryptocurrency	Bitcoin	BTC	Bitcoin uses peer-to-peer technology to operate with no c...	2.10836e+11
Cryptocurrency	Ethereum	ETH	Ethereum is a global open source platform for decentraliz...	4.29689e+10
StableCoin	Tether	USDT	Tether converts cash into digital currency, to anchor or bet...	1.29024e+10
Cryptocurrency	Ripple	XRP	XRP is a digital asset built for payments. It is the native dig...	1.24206e+10
ERC20	Chainlink	LINK	Your smart contracts connected to real world data, events ...	5.5360e+09
Cryptocurrency	Bitcoin Cash	BCH	Bitcoin Cash brings sound money to the world, fulfilling th...	5.06711e+09
ERC20	Polkadot	DOT	Polkadot enables cross-blockchain transfers of any type of ...	4.84986e+09
ERC20	Binance Coin	BNB	Binance Coin is the crypto-coin issued by Binance exchang...	4.02867e+09
Cryptocurrency	Litecoin	LTC	Litecoin is a peer-to-peer digital currency that allows insta...	3.75788e+09
Cryptocurrency	Bitcoin Satoshi's Vision	BSV	Reflecting its mission to fulfil the vision of Bitcoin, the proj...	3.53367e+09
Cryptocurrency	Cardano	ADA	Cardano is a blockchain platform for changemakers, innova...	3.51763e+09
ERC20	Crypto.com Coin	CRO	Crypto.com Coin is the crypto-coin issued by Crypto.com e...	3.01645e+09
Cryptocurrency	EOS	EOS	EOS is a project by the developer who build Bitshares and t...	2.49285e+09
Cryptocurrency	Monero	XMR	Monero is cash for a connected world. It's fast, private, and...	1.87198e+09
NFT	CryptoArt	ART	The CryptoArt is an NFT token describing a piece of art insi...	12000
NFT	Gaming Savage	GMG	The Gaming Savage is an NFT token describing a card of a t...	1500
NFT	The Architect	RED	The Architect is an NFT token describing a piece of art insi...	1500

Bitcoin Details:
Type: Cryptocurrency
Name: Bitcoin
Symbol: BTC
Market Capitalization: 210836243448.000000
Total Supply: 18471206.000000
Created on Top of: --
Min. Investment: 10000
Price: 11206.578705
Additional Info: Inflation Rate: 1.82, Interest per Coin: 1
Summary: Bitcoin uses peer-to-peer technology to operate with no central authority or banks; managing transactions and the issuing of bitcoin is carried out collectively by the network. Bitcoin is open-source; its design is public, nobody owns or controls Bitcoin and everyone can take part. Through many of its unique properties, Bitcoin allows exciting uses that could not be covered by any previous payment.
Description: Cryptocurrencies are crypto assets that works on top of a Blockchain they have different consensus algorithm, different time on creating Block and different community behind them. This cryptocurrency is called Bitcoin and its symbol is BTC. Cryptocurrencies are used for speculative investment and each of them has different inflation rate and interest per coin. With these

All'avvio della schermata vengono caricati i dati per la lista di crypto dal file data.xml. Da qui viene riempita la tabella customizzata tutte le informazioni principali degli elementi: tipo di coin, nome, simbolo, descrizione, capitalizzazione di mercato, la quantità in circolazione, la creazione o meno al di sopra di una Blockchain, il minimo investimento possibile e il prezzo. Questi dati sono statici in quanto la GUI non fa il display di dati real time ma semplicemente prende i dati e ne calcola i vari prezzo e possibili interessi.

Esiste la possibilità di aggiungere o rimuovere una criptovaluta dalla lista attraverso i due bottoni in alto a destra della schermata e di salvare poi le modifiche fatte alla fine dell'esecuzione.

L'utente che è intenzionato ad investire in una delle cripto può, attraverso il riquadro apposito, inserire la somma di denaro scelta e ricevere una feedback istantaneo una volta selezionata le moneta. Ogni moneta avrà dei ritorni diversi, alcuni più alti mentre altre più basse. Questo dipende fortemente dalla robustezza del progetto: progetti grandi con capitalizzazioni importanti necessiteranno di una somma cospicua da investire ma daranno all'utente una buona possibilità di guadagno unita alla sicurezza dello stesso, mentre progetti piccoli con capitalizzazioni basse saranno degli investimenti molto rischiosi ma che al contempo potranno portare un ritorno elevato. A seconda del portafoglio dell'investitore, c'è quindi la possibilità di gestire il rischio collegato.

(3)

The screenshot shows the CoinFoundation application window. At the top, there are input fields for 'How much you would invest?' (0) and 'Possible Return Of investment?' (0), along with 'Add' and 'Remove' buttons. Below this is a table listing various cryptocurrencies. The table has columns: Coin Type, Name, Symbol, Description, and Market Cap. The table lists Binance Coin, Bitcoin, Bitcoin Cash, Bitcoin Satoshi's Vision, Cardano, Chainlink, Crypto.com Coin, CryptoArt, EOS, Ethereum, Gaming Savage, Litecoin, Monero, Polkadot, Ripple, Tether, and The Architect. To the right of the table, a detailed view of Binance Coin is shown, including its logo, name, symbol (BNB), market capitalization, total supply, and a summary description.

Coin Type	Name	Symbol	Description	Market Cap
ERC20	Binance Coin	BNB	Binance Coin is the crypto-coin issued by Binance exchange...	4.02867e+09
Cryptocurrency	Bitcoin	BTC	Bitcoin uses peer-to-peer technology to operate with no c...	2.10836e+11
Cryptocurrency	Bitcoin Cash	BCH	Bitcoin Cash brings sound money to the world, fulfilling th...	5.06711e+09
Cryptocurrency	Bitcoin Satoshi's Vision	BSV	Reflecting its mission to fulfil the vision of Bitcoin, the proj...	3.53367e+09
Cryptocurrency	Cardano	ADA	Cardano is a blockchain platform for changemakers, innova...	3.51763e+09
ERC20	Chainlink	LINK	Your smart contracts connected to real world data, events ...	5.5360e+09
ERC20	Crypto.com Coin	CRO	Crypto.com Coin is the crypto-coin issued by Crypto.com e...	3.01645e+09
NFT	CryptoArt	ART	The CryptoArt is an NFT token describing a piece of art insi...	12000
Cryptocurrency	EOS	EOS	EOS is a project by the developer who build Bitshares and t...	2.49285e+09
Cryptocurrency	Ethereum	ETH	Ethereum is a global open source platform for decentraliz...	4.29689e+10
NFT	Gaming Savage	GMG	The Gaming Savage is an NFT token describing a card of a t...	1500
Cryptocurrency	Litecoin	LTC	Litecoin is a peer-to-peer digital currency that allows insta...	3.75788e+09
Cryptocurrency	Monero	XMR	Monero is cash for a connected world. It's fast, private, and...	1.87198e+09
ERC20	Polkadot	DOT	Polkadot enables cross-blockchain transfers of any type of ...	4.84986e+09
Cryptocurrency	Ripple	XRP	XRP is a digital asset built for payments. It is the native dig...	1.24206e+10
StableCoin	Tether	USDT	Tether converts cash into digital currency, to anchor or bet...	1.29024e+10
NFT	The Architect	RED	The Architect is an NFT token describing a piece of art insi...	1500

Binance Coin Details:
Type: ERC20
Name: Binance Coin
Symbol: BNB
Market Capitalization: 4028670275.000000
Total Supply: 179883948.000000
Created on Top of: Ethereum
Min. Investment: 200
Price: 21.052184
Additional Info: Fee on Token: 6, Volatility Percentage: 1.8
Summary: Binance Coin is the crypto-coin issued by Binance exchange, and trades with the BNB symbol. Binance coin runs on the Ethereum blockchain with ERC 20 standard, and has a strict limit of maximum 200 million BNB tokens. The Binance coin is expected to fuel the operations of the Binance exchange and its ecosystem. It supports multiple utilities on the Binance ecosystem, which includes paying for trading fees, exchange fees, listing fees, and any other fees on the Binance exchange.
Description: Tokens are particular crypto assets build on top of a cryptocurrency using Smart Contract, particular types of programs that runs alone and define autonomously output receiving input from outside.

Nel momento in cui si clicca in una delle criptovalute nella lista viene visualizzata una barra laterale con tutte le più importanti informazioni relative a quel progetto. Le informazioni nella lista vengono visualizzate in maniera più precisa con una descrizione dettagliata della cripto e della caratteristiche in termini prettamente tecnologici. Per facilitare il riconoscimento della criptovalute da parte dell'utente sono state aggiunte delle icone nella barra laterale in modo da avere subito in mente con quale tipo di cripto abbiamo a che fare. Sono state appositamente scelte 4 icone che rappresentano appunto: criptovalute (Bitcoin, Ethereum..), Stable coin, ERC20 e NFT.

Per rendere più intuibile e di facile comprensione la GUI è stata implementata una funzione di sorting per ordinare le cripto secondo le esigenze di ogni utente. Basta cliccare in una delle voci descritte sopra per la tabella customizzata e i relativi valori verranno ordinati in maniera crescente o decrescente (3).

Come detto in precedenza la GUI è presentata in lingua inglese per non perdere il significato di alcune delle informazioni inerenti alle cripto. E' possibile avere una descrizione diretta dal sito ufficiale delle cripto e una più specifica e dettagliata fornita dall'applicazione. Entrambe sono utili all'utente per definire gli aspetti base del progetto e la volontà o meno di investirci.

7. Sviluppo e informazioni utili

7.1 Analisi tempistiche

Il monte ore messo a disposizione per la progettazione e lo sviluppo del progetto (di 50 ore) è stato sforato di circa 5/6 ore, impiegate principalmente per la creazione di un file XML con dati di mercato veritieri e per lo sviluppo della funzione di salvataggio del file alla chiusura dell'applicazione.

- Analisi problema e modellazione della gerarchia G: 6 ore
- Progettazione della GUI e studio framework Qt: 16 ore
- Scelta Container C e sviluppo: 3 ore
- Sviluppo e implementazione pattern MV: 20 ore
- Test e Debugging: 7 ore
- Scrittura relazione: 3 ore

7.2 Ambiente di lavoro e test

Il progetto è stato sviluppato e testato su:

- Sistema Operativo: Windows 7 Professional e Linux Ubuntu.
- Compilatore: GCC 5.3.0
- Libreria: Qt 5.9.5

Il progetto è stato successivamente testato sulla MV fornita tramite l'ssh.

7.3 Compilazione

Il progetto è stato sviluppato con delle funzionalità di C++ 11 come "nullptr" e "auto", e alcune funzionalità di del framework Qt per gestire il file xml. Per ciò è stato necessario modificare il file .pro con alcuni flag aggiuntivi.

- QT += xml
- QT += c++11
- QT += widgets.

I comandi per la corretta esecuzione vanno lanciati con terminale aperto nella cartella del progetto e sono:

- *qmake CoinFoundation.pro*
- *make*
- *./CoinFoundation*

Nella compilazione, dopo il comando "make", viene prodotto un warning per il non utilizzo del parametro amount nella funzione `returnOfInvestment(amount)` della classe concreta `stableCoin` e `NFT`. Questo è accettabile in quanto, come spiegato in precedenza, sia la classe `stableCoin` che la classe `NFT` non sono speculativa e quindi non necessita di un ammontare da investire.

8 Riconsegna

Il progetto è stato riconsegnato principalmente perché non rispettava uno dei vincoli obbligatori (ereditarietà multipla). Dopo la consegna della valutazione e le relative osservazioni, ho deciso di focalizzarmi principalmente su 3 aspetti per rendere consono il progetto e se possibile migliorarlo. I tre aspetti sono:

1. Sistemare Gerarchia (G) del progetto trasformando la classe token da concreta ad astratta e derivando da essa due classi concrete (**ERC20**, **NFT**) che ereditano le informazioni sia da **TOKEN** che da **CRYPTO** in modo da avere ereditarietà multipla
2. Inserimento di Icone e di elementi visivi per rendere più intuitibile la GUI e per semplificare il riconoscimento del tipo di coin,
3. Inserimento di una funzione di sorting per ordinare in maniera personalizzata gli elementi nella tabella in modo da focalizzarsi sugli aspetti più interessanti per ogni utente.

8.1 Dettagli modifiche/aggiunte

Andando nello specifico, ecco una descrizione dettagliata delle modifiche o delle aggiunte fatte al codice per aggiungere queste tre nuove feature rispetto alla precedente versione consegnata.

1. Gerarchia (G).

La gerarchia della prima versione non rispettava il vincolo obbligatorio dell'ereditarietà multipla poiché esistevano soltanto 3 classi che derivavano da **CRYPTO**. Per risolvere questo problema ho trasformato la classe concreta **TOKEN** togliendola dalla gerarchia e rendendola classe base astratta per altre due classi (concrete), **NFT** e **ERC20**, che derivavano a loro volta anche da **CRYPTO**. In questo modo è stata implementata una gerarchia con ereditarietà multipla e le classi concrete rispecchiano al meglio la realtà del mondo delle Criptovalute.

2. Inserimento icone.

Per inserire delle icone all'interno della GUI è stata utilizzata la class `QMap<Key, T>`. Vengono memorizzate le coppie chiave-valore per associare ad una crypto (chiave) un particolare tipo di icona (valore).

`QMap<QString, QPixmap> icons;`

In questo container quindi sono state aggiunte le icone nella cartella "icons" attraverso l'utilizzo di `QPixmap`.

`icons.insert(coinTypes[0], QPixmap(":/icons/cryptocurrency.png"));`

Per creare il logo e caricare l'immagine viene inizialmente controllato il tipo di coin e poi all'interno del container si cerca la chiave con la corrispondente immagine.

```
if (icons.contains(type))
{
    ui->logo->setPixmap(icons[type]);
    ui->logo->show();
}
```

3. Inserimento funzione di sorting

Per l'inserimento della funzione di sorting e quindi per aggiungere la possibilità di ordinare gli elementi secondo la propria personale preferenza è stato utilizzata la classe `QSortFilterProxyModel`. Questa classe può essere utilizzata per ordinare gli elementi mappando gli indici in modo da adattarli alle nuove posizioni.

8.2 Analisi tempistiche riconsegna

Per lo sviluppo delle modifiche appena presentate, all'ammontare delle ore complessive per la prima versione della applicazione sono state aggiunte altre 6 ore divise nella seguente maniera:

- Correzione Gerarchia e aggiunta della classi **NFT** e **ERC20**: 2 ore,
- Inserimento icone all'interno della GUI: 2.5 ore,
- Inserimento funzione di sorting: 2.5 ore.