



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών

Πτυχιακή Εργασία

Ανάπτυξη εφαρμογής αυτόματων αλγοριθμικών συναλλαγών κρυπτονομισμάτων

Ασότ Χατσατριάν

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Πρεζεράκος

Αθήνα, Απρίλιος 2020

© Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2020

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματα αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του ΠΑΔΑ και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του ΠΑΔΑ όπου εκπονήθηκε.

Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ασός Χατσατριάν, του Μεχάκ, φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με αριθμό μητρώου 43584, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης. Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Γεώργιο Πρεζεράκο, για τη συνεργασία και την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωση της.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τον δημιουργία μιας εφαρμογής και ενός API server για εκτέλεση αυτόματων αλγοριθμικών συναλλαγών στις αγορές των κρυπτονομισμάτων.

Αρχικά θα αναφερθούμε στην ιστορία των κρυπτονομισμάτων, την χρήση τους και τους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να γίνει ένας τρόπος επένδυσης σε κρυπτονομίσματα παρόμοιος με τον τρόπο που επενδύουμε σε μετοχές.

Θα εξετάσουμε τις απαιτήσεις μιας τέτοιας εφαρμογής και στην συνέχεια θα αναπτύξουμε την εφαρμογή με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# .Net.

Τέλος θα χρησιμοποιήσουμε την εφαρμογή ώστε να προγραμματίσουμε στρατηγικές που θα μπορούσαν να αποφέρουν κέρδος σε μια αγορά με ιδανικές συνθήκες.

Λέξεις κλειδιά: Bitcoin, ψηφιακά νομίσματα, συναλλαγές, μετοχές, C#

Abstract

In this thesis we are going to develop an application and a Web API for cryptocurrency algorithmic trading (also known as algo-trading).

We will first talk about the history of cryptocurrencies, their use and the ways in which stock-like investments and trading could be carried out.

We will look at the requirements of such an application and then design the application with the use of the C# .Net programming language.

Finally, we will use the application to script strategies using the C# .Net language, that could potentially be profitable if executed using real money.

Keywords: bitcoin, cryptocurrency, algorithmic trading, algo-trading, trading, stocks, C#, scripting

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Τι είναι το Bitcoin και τα ψηφιακά νομίσματα?.....	1
1.2	Τι κάνει το Bitcoin μοναδικό;.....	2
1.2.1	Τι είναι το Bitcoin "Mining";	3
1.2.2	Ιστορία του Bitcoin	5
1.3	Τι είναι το algo-trading;	9
1.4	Δείκτες τεχνικής ανάλυσης.....	10
1.4.1	Moving Average	11
1.4.2	Bollinger Bands	12
1.4.3	Relative Strength Index (RSI)	13
1.4.4	Williams %R.....	14
1.4.5	Stochastic Oscillator.....	15
1.4.6	Average Directional Index (ADX).....	16
2	Σκοπός.....	17
2.1	Γλώσσα Προγραμματισμού C#	17
2.2	Βάση Δεδομένων SQLite	18
2.3	Σουίτα Γραφικού Περιβάλλοντος DevExpress WinForms	18
3	Εφαρμογές.....	19
3.1	CryptoAPI	19
3.1.1	Get All Markets	20
3.1.2	Login User	21
3.1.3	Get All Strategies.....	21
3.1.4	Get Market Candles	21
3.1.5	Backest Strategies	23
3.2	CryptoFront.....	24
3.2.1	Επισκόπηση εφαρμογής.....	24
4	Δημιουργία Στρατηγικών.....	36
4.1	Στρατηγική #1 - Simple Moving Average	36
4.2	Στρατηγική #2 - Bollinger Bands + RSI	44
5	Επίλογος.....	49
6	Βιβλιογραφία.....	50

1 Εισαγωγή



Εικόνα 1-1 Διάγραμμα τιμής του Bitcoin από το 2014 έως και σήμερα

1.1 Τι είναι το Bitcoin και τα ψηφιακά νομίσματα?

Το **Bitcoin** κυκλοφόρησε ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα το 2009. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα ψηφιακό νόμισμα που υπάρχει μόνο ηλεκτρονικά.

Το Bitcoin είναι αποκεντρωμένο, δηλαδή δεν διαθέτει κεντρική αρχή έκδοσης ή πολιτικό όργανο που να ελέγχει την ποσότητα του Bitcoin που κυκλοφορεί, αλλά παράλληλα η πλατφόρμα Bitcoin απέχει πολύ από την αναρχία λόγω του τρόπου με τον οποίο σχεδιάστηκε.

Η όλη διαδικασία είναι αρκετά απλή: Οι κάτοχοι του ψηφιακού νομίσματος Bitcoin είναι σε θέση να μεταφέρουν Bitcoin μέσω ενός δικτύου peer-to-peer. Αυτές οι μεταφορές παρακολουθούνται στο "**blockchain**", που συνήθως αναφέρεται ως μια τεράστια βάση δεδομένων ή αλυσίδα συναλλαγών. Αυτή η βάση καταγράφει κάθε συναλλαγή Bitcoin που

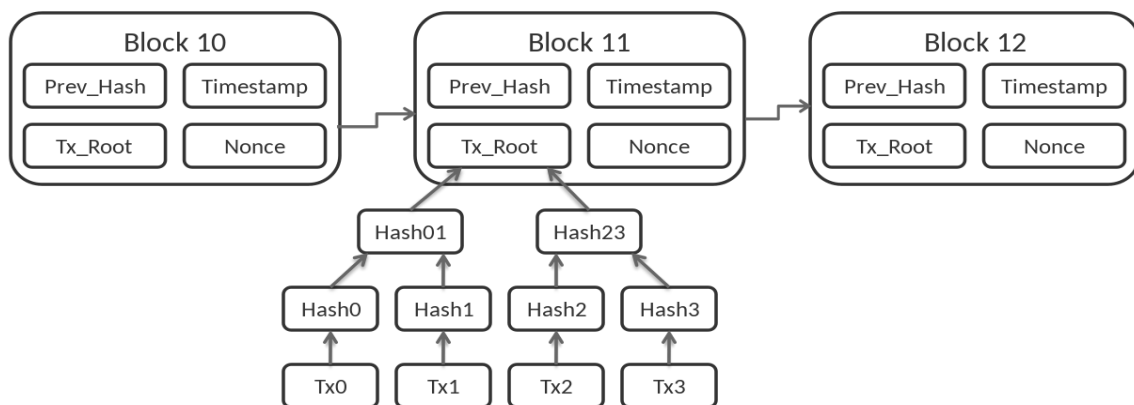
έγινε ποτέ. Κάθε “μπλοκ” στο blockchain δημιουργείται από μια δομή δεδομένων που βασίζεται σε κρυπτογραφημένα δέντρα Merkle. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την ανίχνευση απάτης ή κατεστραμμένων αρχείων. Εάν ένα μόνο σημείο στο blockchain είναι προβληματικό, το υπόλοιπο blockchain δεν επηρεάζεται.

Υπάρχουν σήμερα περίπου 17 εκατομμύρια Bitcoin σε κυκλοφορία. Δεν υπάρχει κεντρικός ρυθμιστικός φορέας ή κυβέρνηση που ελέγχει την προμήθεια των Bitcoin, που σημαίνει ότι η ποσότητα ελέγχεται από τον αρχικό σχεδιασμό των αλγορίθμων. Ο συνολικός αριθμός των Bitcoin που θα δημιουργηθεί θα φτάσει τα 21 εκατομμύρια Bitcoin.

Αυτό το όριο των 21 εκατομμυρίων Bitcoin θέτει ένα επιχείρημα ότι το Bitcoin θα μπορούσε να έχει προβλήματα κλιμάκωσης. Ωστόσο, δεδομένου ότι το Bitcoin είναι ουσιαστικά απεριόριστα διαιρούμενο (δηλαδή οι χρήστες μπορούν να μεταφέρουν μόλις 0.0000001 Bitcoin), αυτό δεν δημιουργεί πραγματικά ένα πρόβλημα κλιμάκωσης. Ο μαγικός αριθμός των 21 εκατομμυρίων είναι αυθαίρετος, και αποφασίστηκε από τον δημιουργό του, τον οραματιστή με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto, του οποίου την πραγματική ταυτότητα δεν γνωρίζουμε ακόμα.

Πολλοί άνθρωποι επαινούν το Bitcoin γιατί μεταφέρει την εξουσία δημιουργίας και διανομής χρήματος απευθείας στους πολίτες, ανατρέποντας τις αντίστοιχες εξουσίες των κυβερνήσεων.

1.2 Τι κάνει το Bitcoin μοναδικό;



Εικόνα 1.2-1 Blocks στο Blockchain

Ένα από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά του Bitcoin είναι η διαδικασία επαλήθευσης, η οποία μειώνει σε μεγάλο βαθμό τον κίνδυνο απάτης. Δεδομένου ότι το Bitcoin είναι αποκεντρωμένο, οι εθελοντές - που αναφέρονται ως "**miners**" - επαληθεύουν

συνεχώς το Blockchain με την υπολογιστική τους ισχύ. Μόλις επαληθευτεί συγκεκριμένο πλήθος συναλλαγών, προστίθεται ένα άλλο “block” στο blockchain και μετά ξανά από την αρχή.

1.2.1 Τι είναι το Bitcoin "Mining";



Εικόνα 1.2-2 ASIC miners, υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για το mining

Αντί να υπάρχει ένας κεντρικός διακομιστής που επαληθεύει κάθε συναλλαγή, ουσιαστικά κάθε άλλο άτομο στο δίκτυο επαληθεύει κάθε συναλλαγή. Αυτοί είναι οι λεγόμενοι miners. Το σύστημα βάζει στους miners ένα περίπλοκο μαθηματικό πρόβλημα προς επίλυση και ο πρώτος που το επιλύει προσθέτει το επαληθευμένο μπλοκ συναλλαγών στο blockchain. Η διαδικασία ονομάζεται απόδειξη εργασίας (Proof of Work - POW).

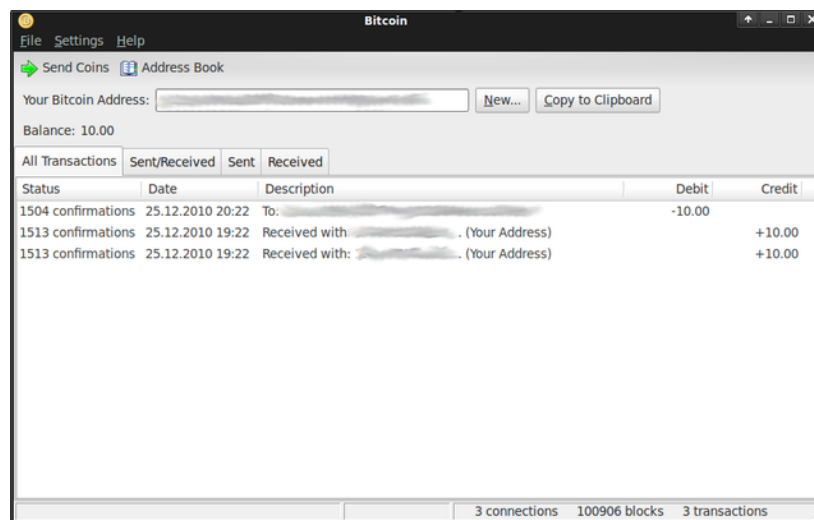
Δεν υπάρχουν άνθρωποι που κρέμονται πάνω από υπολογιστές με απορρίμματα χαρτιού και αριθμομηχανές που κάνουν χειροκίνητα αυτήν την εργασία. Το mining το κάνουν υπολογιστές και μέρη υπολογιστών όπως κάρτες γραφικών, επεξεργαστές, και ακόμα και ειδικοί υπολογιστές και μικροσίπ που δημιουργήθηκαν μόνο και μόνο με την δυνατότητα του mining Bitcoin και άλλων κρυπτονομισμάτων.

Το ενσωματωμένο σύστημα ανταμοιβής του Bitcoin δίνει στους miners ανταμοιβή για την επαλήθευση των συναλλαγών που κάνουν σε μορφή Bitcoin. Η ανταμοιβή αλλάζει με την πάροδο του χρόνου και μειώνεται συνεχώς όσο μεγαλώνει το δίκτυο και απαιτείται μεγαλύτερη ισχύ για την επαλήθευση των συναλλαγών, ενώ η ανταμοιβή του μπλοκ μειώνεται στα μισά περίπου κάθε τέσσερα χρόνια. Η τρέχουσα ανταμοιβή για κάθε νέο block επαληθευμένων συναλλαγών είναι περίπου 12.5 Bitcoin. Στις 12 Μαΐου του 2020 αναμένεται η επόμενη μείωση ανταμοιβής ανά μπλοκ, και η ανταμοιβή θα πάει από τα 12.5 στα 6.25.

Οι τρόποι mining έχουν γίνει όλο και πιο περίπλοκοι και εξελιγμένοι. Η πιο δημοφιλής μέθοδος χρησιμοποιεί ολοκληρωμένα κυκλώματα ASIC (Application-Specific Integrated Circuit). Τα ASIC είναι συστήματα παρόμοια με κεντρικούς επεξεργαστές υπολογιστών που είναι κατασκευασμένα με βελτιστοποιήσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας και επαλήθευσης συναλλαγών. Κάνουν επαληθεύσεις πολύ πιο γρήγορα από τους κεντρικούς επεξεργαστές υπολογιστών που υπάρχουν τώρα στην αγορά λόγω εξειδικευμένων αρχιτεκτονικών που ωφελούν μονάχα στο mining.

Οι miners των Bitcoin καταβάλλουν μεγάλη προσπάθεια και υπολογιστική ισχύ, και ο μεγάλος ανταγωνισμός καθιστά δύσκολο για τους νεοεισερχόμενους να μπουν στον αγώνα και να κερδίσουν. Ένας νέος miner θα χρειαζόταν όχι μόνο την επαρκή υπολογιστική ισχύ και τις γνώσεις για να ξεκινήσει, αλλά θα χρειαζόταν επίσης το απαραίτητο ποσό για τη χρηματοδότηση των επιχειρήσεων, για την αγορά των ASIC miners αλλά και για το κόστος της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από τον εξοπλισμό του.

1.2.2 Ιστορία του Bitcoin



Εικόνα 1.2-3 Πρώτη έκδοση της εφαρμογής Bitcoin

Ας δούμε τα σημαντικά σημεία της ιστορίας του Bitcoin από την δημιουργία του έως σήμερα:

2009

Ιανουάριος: Ο Satoshi Nakamoto εγκαινιάζει την πλατφόρμα δημιουργώντας το πρώτο block Bitcoin, το οποίο ονομάζεται "block genesis". Το block που δημιουργείται περιλαμβάνει το κείμενο: "The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks", την επικεφαλίδα από το πρωτοσέλιδο της εφημερίδας "The Times" από την 3η Ιανουαρίου του 2009. Με αυτόν τον τρόπο ο Satoshi αποδεικνύει ότι δεν δημιούργησε ένα block πριν από τις 3 Ιανουαρίου 2009.

9 ημέρες αργότερα από την δημιουργία του "block genesis", η πρώτη μεταφορά πραγματοποιήθηκε στο block 170 μεταξύ Satoshi Nakamoto και Hal Finney για 10 Bitcoin. Μέσα στον Οκτώβριο η πρώτη συναλλαγματική ισοτιμία δίνεται στην πλατφόρμα New Liberty Standard. Είναι περίπου 1309 Bitcoin για \$1, και η τιμή αυτή καθορίστηκε υπολογίζοντας την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που δαπανήθηκε για να γίνει mine αυτή η ποσότητα Bitcoin.

2010

Μάιος: Ο προγραμματιστής Lazzlo Hanycz πραγματοποιεί την πρώτη συναλλαγή Bitcoin για αγορά προϊόντος. Ήταν δύο πίτσες για 10.000 Bitcoin, που ισοδυναμούσε με \$20 σε τιμή αγοράς με πραγματικό χρήμα.

Ιούλιος: Εγκαινιάζεται το MtGox. Αυτή η πλατφόρμα συναλλαγών γίνεται η μεγαλύτερη για τα επόμενα 4 χρόνια.

Δεκέμβριος: Ο Satoshi Nakamoto εξαφανίζεται και παραιτείται από το εγχείρημα του Bitcoin, αλλά πριν εξαφανιστεί, δίνει τα ηνία στον Αμερικανό Gavin Anderson, έναν προγραμματιστή που συνέχισε την ανάπτυξη και συντήρηση του Bitcoin μέχρι και το 2017.

2011

Φεβρουάριος: Το Bitcoin φτάνει σε ισοτιμία με το δολάριο. Άρα το 1 Bitcoin απέκτησε την αξία του ενός δολαρίου στις πλατφόρμες συναλλαγών όπως το MtGox.

Η παράνομη αγορά “Silk Road” ανοίγει και χρησιμοποιεί το Bitcoin ως μοναδικό τρόπο πληρωμής. Σε αυτήν την ιστοσελίδα, που βρισκόταν στο “dark web”, υπήρχε μια ελεύθερη αγορά (όπως οι ιστοσελίδες Amazon και eBay) για ναρκωτικά και άλλες παράνομες ουσίες. Χρησιμοποιείται το Bitcoin, λόγω της παροχής ανωνυμότητας στους χρήστες που πληρώνουν.

Ο Φλεβάρης ήταν σημαντικός μήνας για το Bitcoin και τα κρυπτονομίσματα, αφού μέσα στον μήνα δημιουργούνται επίσης και τα πρώτα εναλλακτικά κρυπτονομίσματα βασισμένα στις αρχές του Bitcoin και του Blockchain, τα Namecoin και Litecoin.

2012

Σεπτέμβριος: Δημιουργείται το Bitcoin Foundation, μια οργάνωση που έχει σαν στόχο την προστασία και την προώθηση του Bitcoin.

Νοέμβριος: συγκεκριμένα στις 28 Νοεμβρίου πραγματοποιείται το πρώτο “Halving”, μειώνοντας τη ανταμοιβή που απονέμεται στους miners ανά block στο μισό. Γίνεται 25 Bitcoin, ενώ προηγουμένως ήταν 50 Bitcoin.

2013

Οκτώβριος: Το “Silk Road” κλείνει, και προφυλακίζεται ο δημιουργός του, ο Αμερικανός Ross Ulbricht. Η τιμή του Bitcoin ξεκινάει μια νέα αυξητική τάση και ξεπερνά το προηγούμενο ρεκόρ των \$280 στις 7 Νοεμβρίου για να φτάσει τα \$960 στο πρώτο μισό του Δεκεμβρίου.

2014

Φεβρουάριος: Η μεγαλύτερη αγορά Bitcoin του κόσμου, MtGox, χρεοκοπεί μετά από μια εξαφάνιση 744.000 Bitcoin, με αποτέλεσμα μια κολοσσιαία πτώση της τιμής του Bitcoin που θα διαρκέσει μέχρι και το 2015.

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το Bitcoin καταρρέει και χάνει περισσότερα από \$800 σε αξία και πέφτει κάτω από τα \$200.

2015

Απρίλιος: Μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες και η IBM, η Orange αλλά ακόμα και ο αμερικανικός στρατός αρχίζουν να παίρνουν σοβαρά τις τεχνολογίες Bitcoin/Blockchain και τις χρησιμοποιούν σε διάφορες εφαρμογές.

Γίνεται ανάπτυξη του κρυπτονομίσματος Ethereum με επικεφαλής τον Καναδό Ρωσικής καταγωγής Vitalik Buterin. Το Ethereum προσφέρει μια αποκεντρωμένη πλατφόρμα που διευκολύνει τη δημιουργία άλλων αποκεντρωμένων εφαρμογών. Άρα κάνει δυνατή την εύκολη δημιουργία εφαρμογών και άλλων κρυπτονομισμάτων στο Blockchain του Ethereum. Το Ethereum θεωρείται η μεγαλύτερη καινοτομία στον τομέα των κρυπτονομισμάτων, μετά την δημιουργία του Bitcoin.

2016

Αύγουστος: Η Bitfinex δέχεται από μια από τις μεγαλύτερες ηλεκτρονικές επιθέσεις στην ιστορία του Bitcoin με κλοπή 119.756 Bitcoin.

Μέσα στο 2016 επίσης, σημειώνεται μια μεγάλη αύξηση στον αριθμό των νέων κρυπτονομισμάτων και σταδιακή αύξηση της τιμής τους.

2017

Απρίλιος: Στις 4 Απριλίου, η Ιαπωνία εισάγει ένα νομοθετικό πλαίσιο για τα "εικονικά νομίσματα" και τα αναγνωρίζει ως νομικό μέσο με αξία.

Μέσα στην χρονιά γίνεται έκρηξη στις νέες τεχνολογίες, στους νέους επενδυτές και τα νέα κρυπτονομίσματα, με συνέπεια την αύξηση της τιμής ενός Bitcoin μέχρι τα \$20.000. Αυτή η ξαφνική αλλά σταδιακή άνοδος στην χρήση του δικτύου επίσης φανερώνει τους περιορισμούς της τεχνολογίας ως παγκόσμιο μέσο πληρωμής, με τέλη συναλλαγών έως και \$30 ανά συναλλαγή.

Ωστόσο, η κοινότητα γρήγορα προτείνει λύσεις όπως το SegWit και το Lightning Network που με την σωστή υλοποίηση μπορούν να αυξήσουν δραστικά τις δυνατότητες του δικτύου Bitcoin ώστε να υποστηρίξει περισσότερες συναλλαγές με λιγότερα τέλη.

2018

Μέσα στο 2018 έγινε μια ισχυρή διόρθωση της τιμής του Bitcoin μετά το All Time High (ATH) των \$20.000 και έπεσε η αξία του κατά 85%, φτάνοντας τα \$3.000.

Το δίκτυο Lightning Network, μια τεχνολογία που βελτιώνει τις ταχύτητες των συναλλαγών και ελαχιστοποιεί τα τέλη ξεκίνησε να λειτουργεί στο δίκτυο του Bitcoin στις αρχές του 2018.

2019

Το 2019 είδαμε ανάκαμψη της τιμής του Bitcoin μετά τις τεράστιες πτώσεις που βιώσαμε την προηγούμενη χρονιά.

2020 και μέλλον

Μέσα στο 2020 θα δούμε το επόμενο Halving που θα μειώσει ακόμα περισσότερο τις ανταμοιβές των miners. Από 12.5 Bitcoin που είναι τώρα θα πάει στα 6.25 Bitcoin. Αυτό προβλέπεται πως θα ανεβάσει την αξία του Bitcoin ακόμα περισσότερο ώστε το mining να συνεχίζει να είναι κερδοφόρο. Τέτοια άνοδος λόγω του Halving είχε γίνει από τα μέσα του 2016 μέχρι και το All Time High των \$20.000 μέσα στο 2017. Πολλοί επενδυτές του Bitcoin πιστεύουν πως μέσα στο 2020 ή και το 2021 θα ξεπεράσει το προηγούμενο All Time High.

1.3 Τι είναι το algo-trading;

```
13 cashBalanceList = []
14
15 timeSteps = len(dateList) # It can be helpful to have a list of the dateList
16 barIterator = 0
17
18 while barIterator < timeSteps:
19     for symbol in backtestSymbolList:
20         # Historical data input has to be adjusted for your own data structure
21         # Simple moving average cross strategy
22         price = data[symbol]["close"]
23         SMA20 = data[symbol]["SMA20"]
24         SMA50 = data[symbol]["SMA50"]
25
26         if SMA20 > SMA50:
27             openPosition = backtester.returnOpenPosition(symbol)
```

Εικόνα 1.3-1 Κώδικας στρατηγικής algo-trading

Οι αλγοριθμικές συναλλαγές (algo-trading) είναι οι κάθε είδους αγορές και πωλήσεις μετοχών που γίνονται αυτοματοποιημένα με την χρήση αλγορίθμων. Το algo-trading έχει αλλάξει τον τρόπο που βλέπουμε τον κόσμο των μετόχων και είναι μία από τις ταχύτερες αλλαγές στον χώρο αυτό κατά τα τελευταία 20 χρόνια. Με πολλούς τρόπους έχει επεκτείνει τις ευκαιρίες του χρηματιστηρίου πέρα από τα όρια των δυνατοτήτων του ανθρώπινου υπολογισμού και λήψης αποφάσεων, κάνοντας χρήση των υπολογιστικών και αποθηκευτικών δυνατοτήτων του υπολογιστή. Οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό σημάτων και δεδομένων που δείχνουν μια ανοδική ή καθοδική τάση της μετοχής ή στην περίπτωση μας, ενός κρυπτονομίσματος.

1.4 Δείκτες τεχνικής ανάλυσης



Εικόνα 1.4-1 Δείκτες τεχνικής ανάλυσης στην αγορά Forex EUR-USD

Τεχνική ανάλυση είναι η μελέτη της έως τώρα συμπεριφοράς των αγορών μέσω της χρήσης των διαγραμμάτων με στόχο την πρόβλεψη της μελλοντικής τους ανοδικής ή καθοδικής τάσης. Για την τεχνική ανάλυση χρησιμοποιούνται **δείκτες τεχνικής ανάλυσης** (technical indicators), που είναι “δείκτες” πληροφοριών σε ένα διάγραμμα.

Γνωστοί δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι:

1.4.1 Moving Average

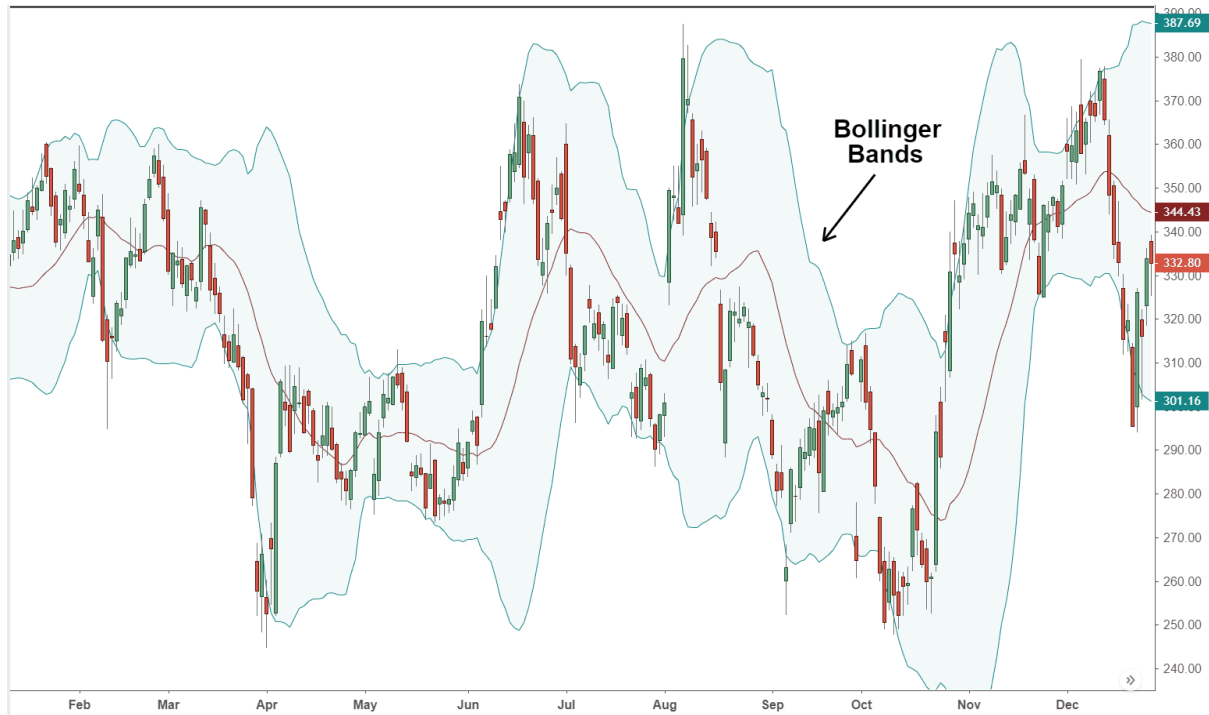


Εικόνα 1.4-2

Εικόνα 1.4-3 Δείκτης Moving Average περιόδου 50 ημερών

Οι **κινούμενοι δείκτες** (Moving Averages) είναι μια ομάδα δεικτών που χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για τεχνική ανάλυση. Δείχνουν την τάση μιας αγοράς, και είναι πολύ εύκολοι στην κατανόηση και στον υπολογισμό. Οι κινούμενοι δείκτες έχουν 3 διαφορετικά είδη. Τους απλούς (Simple Moving Average - SMA), τους εκθετικούς (Exponential Moving Average - EMA) και τους γραμμικούς (Linear Weighted Moving Average - LWMA).

1.4.2 Bollinger Bands



Εικόνα 1.4-4 Δείκτης Bollinger Bands (Upper, Mid, Lower BB Lines)

Ο δείκτης **Bollinger Bands** δημιουργήθηκε από τον John Bollinger, στην δεκαετία του '80. Ο δείκτης βασίζεται σε 3 εκθετικούς κινούμενους δείκτες, τους Upper, Lower και Mid.

1.4.3 Relative Strength Index (RSI)



Εικόνα 1.4-5 Δείκτης Relative Strength Index, κάτω από το κύριο διάγραμμα

Ο Δείκτης Σχετικής Δύναμης (Relative Strength Index - RSI) είναι ένας δείκτης που ανήκει στην κατηγορία των δεικτών ορμής. Ο δείκτης αυτός ακολουθεί την πορεία τιμής της αγοράς, και οι τιμή του κυμαίνεται από το 0 στο 100.

Αν η τιμή είναι κάτω του 30, τότε η αγορά θεωρείται Oversold, άρα πολύ πιθανών θα ακολουθήσει πορεία ανοδική, και θεωρητικά είναι ιδανικό σημείο αγοράς.

Διαφορετικά αν η τιμή του RSI είναι πάνω από το 70, θεωρείται Overbought, δηλαδή πιθανόν να αντιστραφεί η πορεία σύντομα, και θα πέσει η τιμή της αγοράς, άρα θεωρητικά είναι καλό σημείο πώλησης.

1.4.4 Williams %R



Εικόνα 1.4-6 Δείκτης Williams %R, κάτω από το κύριο διάγραμμα

Ο δείκτης **Williams %R** (Williams Percent Range) παίρνει τιμές από -100 έως 0, και χρησιμοποιείται για να βρει σημεία αγοράς ή πώλησης.

Αν ο δείκτης Williams %R έχει τιμές μεγαλύτερες του -20, τότε σημαίνει πως είναι Overbought η αγορά, και αν είναι κάτω του -80, σημαίνει πως είναι Oversold.

Έχει αρκετές ομοιότητες με τον δείκτη RSI όσον αφορά την χρήση του, όμως οι δύο δείκτες υπολογίζονται διαφορετικά.

1.4.5 Stochastic Oscillator



Εικόνα 1.4-7 Δείκτης Stochastic Oscillator κάτω από το κύριο διάγραμμα

Ο **στοχαστικός δείκτης (Stochastic Oscillator)** δημιουργήθηκε από τον George Lane στην δεκαετία του '80.

Είναι ένας ακόμα δείκτης που δείχνει την τάση των τιμών μέσα στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου.

1.4.6 Average Directional Index (ADX)



Εικόνα 1.4-8 Δείκτης Average Directional Index, κάτω από το κύριο διάγραμμα

Ο μέσος δείκτης κατεύθυνσης (**Average Directional Index - ADX**) είναι ένας δείκτης που δείχνει την γενική κατεύθυνση της αγοράς.

Χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με τον στοχαστικό δείκτη. Οι δύο δείκτες μαζί, κάνουν αρκετά καλή δουλειά στο να βρίσκουν την κατεύθυνση που παίρνει μια αγορά, αλλά επίσης και τα βέλτιστα σημεία αγοράς και πώλησης.

2 Σκοπός

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής με την οποία ο χρήστης θα μπορέσει να προγραμματίσει στρατηγικές αυτόματων αλγοριθμικών συναλλαγών, και να τις δοκιμάσει σε αγορές κρυπτονομισμάτων μέσω της πλατφόρμας Binance, η οποία είναι μια από τις μεγαλύτερες αγορές συναλλαγών κρυπτονομισμάτων στον κόσμο, αν όχι η μεγαλύτερη.

Θα δημιουργήσουμε 2 εφαρμογές με χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας C#. Η πρώτη εφαρμογή θα μας παρέχει ένα REST API που θα επικοινωνεί με το Binance, και θα την ονομάσουμε CryptoAPI (Crypto API). Η δεύτερη εφαρμογή θα παρέχει στον χρήστη το γραφικό περιβάλλον μέσω του οποίου θα προγραμματίσει και θα δοκιμάσει τις στρατηγικές αλγοριθμικών συναλλαγών, και θα την ονομάσουμε CryptoFront (Crypto Frontend).

2.1 Γλώσσα Προγραμματισμού C#

Για να δημιουργήσουμε τις 2 εφαρμογές θα κάνουμε χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C#. Πρόκειται για αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που δημιουργήθηκε από την εταιρία Microsoft το 1999. Η C# είναι η βασική γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας εφαρμογών που δημιούργησε η Microsoft, εν ονόματι .Net Framework, και η δημιουργία της γλώσσας C# και της πλατφόρμας .Net έγινε ταυτόχρονα με την ίδια ομάδα προγραμματιστών.

Η γλώσσα C# ήταν η απάντηση της Microsoft στους μεγάλους ανταγωνιστές που είχε την περίοδο εκείνη σε γλώσσες προγραμματισμού με ευρέα χρήση, τις γλώσσες Java, Delphi/Pascal και C++. Επίσης ήταν μια προσπάθεια της να αντικαταστήσει την δικιά της πλατφόρμα προγραμματισμού που ήταν ήδη ευρέως διαδεδομένη, την γλώσσα και πλατφόρμα δημιουργίας εφαρμογών Visual Basic 6.

Ο πατέρας της πλατφόρμας .Net και της γλώσσας C# ήταν ο δανέζικης καταγωγής Άντερς Χάιλσμπεργκ, και πριν μεταβεί στην Microsoft ήταν ο αρχιτέκτονας της πλατφόρμας Delphi που ήταν και ένας μεγάλος ανταγωνιστής της Microsoft στον χώρο.

Η C# σαν γλώσσα έχει ομοιότητες με την γλώσσα προγραμματισμού Java της Sun Microsystems, με την οποία έχει παρόμοια σύνταξη και αρχιτεκτονική.

Το .NET Framework είναι μια πλατφόρμα λογισμικού (Framework) που αρχικά προοριζόταν για το λειτουργικό σύστημα των Windows, όμως τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει τεράστιες αλλαγές και βελτιώσεις, με σκοπό την υποστήριξη άλλων λειτουργικών

συστημάτων όπως Linux, Mac OS, Android, iOS, και ακόμα και συσκευές όπως μικροελεγκτές. Αποτελείται από μια βιβλιοθήκη κλάσεων και υποστηρίζει μια πλειάδα γλωσσών προγραμματισμού με τις βασικές να είναι οι γλώσσες C#, Visual Basic .NET και F#.

Τα προγράμματα που γράφονται για το .NET Framework εκτελούνται σε ένα περιβάλλον εκτέλεσης γνωστό ως Common Language Runtime (CLR), ενός ειδικού λογισμικού, σχεδιασμένου να υποστηρίζει την εκτέλεση προγραμμάτων. Το CLR περιέχει μια εικονική μηχανή (virtual machine) που διαχειρίζεται την εκτέλεση ενός προγράμματος και παρέχει μια σειρά σημαντικών υπηρεσιών όπως ασφάλεια, διαχείριση μνήμης και διαχείριση προβλημάτων (exceptions). Έχει αρκετές ομοιότητες με το Java Runtime που είναι το ανάλογο Runtime/Framework για τα προγράμματα που γράφονται με την γλώσσα Java.

Το CLR δίνει πρόσβαση σε βασικές λειτουργίες όπως επικοινωνία με βάσεις δεδομένων, κρυπτογραφία, δικτυακές επικοινωνίες και γραφικό περιβάλλον, με τις οποίες οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν ολοκληρωμένα προγράμματα.

2.2 Βάση Δεδομένων SQLite

Το **SQLite** είναι ένα αυτόνομο ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (Database Management System - DBMS) ανοιχτού κώδικα. Υποστηρίζει τις εντολές SQL και η βάση αποθηκεύεται στο σύστημα αρχείων του λειτουργικού συστήματος.

Στην εφαρμογή CryptoAPI μας, στην βάση SQLite θα αποθηκεύουμε πληροφορίες όπως:

- **Markets** - οι διαθέσιμες αγορές και οι τελευταίες τιμές τους
- **Candles** - τα διαθέσιμα candles τιμών των αγορών
- **Users** - οι χρήστες της εφαρμογής, και οι ρυθμίσεις τους
- **Strategies** - οι στρατηγικές που έχουν δημιουργήσει οι χρήστες

2.3 Σουίτα Γραφικού Περιβάλλοντος DevExpress WinForms

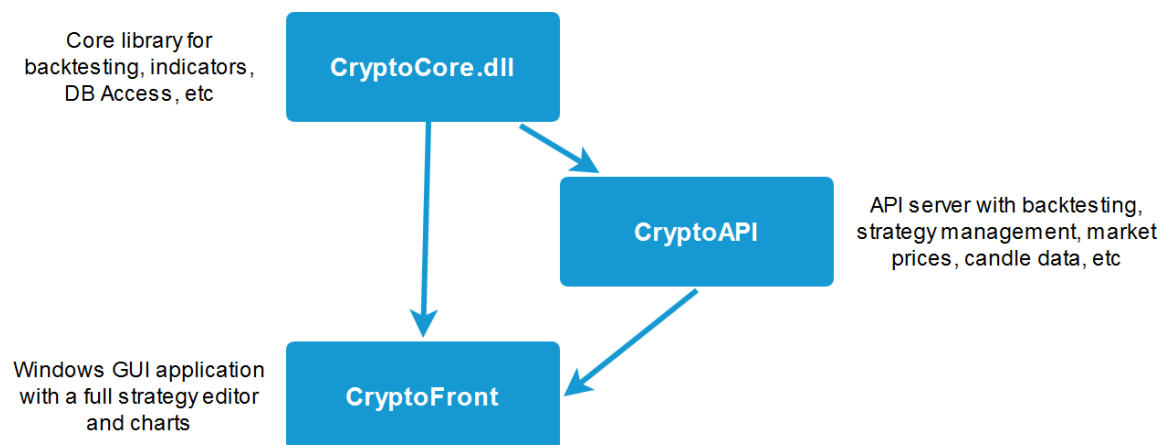
Η DevExpress Inc. είναι μια εταιρία λογισμικού που παράγει UI components για διάφορες προγραμματιστικές γλώσσες και πλατφόρμες όπως Delphi (VCL), .Net Desktop (WinForms/WPF) και ακόμα και πλατφόρμες Web, με χρήση Javascript και HTML5.

Θα χρησιμοποιήσουμε την σουίτα της DevExpress για WinForms ώστε να μας παρέχει διαγράμματα με δείκτες, κουμπιά, δυνατότητα docking στα παράθυρα και θέματα στο γραφικό περιβάλλον που θα χρησιμοποιεί ο χρήστης για να προγραμματίσει τις στρατηγικές του.

3 Εφαρμογές

Οι δυο εφαρμογές μας θα είναι οι **CryptoAPI** και **CryptoFront**. Και οι δυο εφαρμογές έχουν σαν βάση την βιβλιοθήκη **CryptoCore** που επίσης θα γράψουμε, και θα παρέχει την κύρια λειτουργικότητα και στις 2 εφαρμογές.

CryptoAPI είναι η εφαρμογή που θα λειτουργεί σαν server, και θα παρέχει τις πληροφορίες των αγορών μέσω ενός API στην εφαρμογή **CryptoFront**, η οποία θα είναι η εφαρμογή με το γραφικό περιβάλλον που θα χρησιμοποιεί ο χρήστης για την δημιουργία και την δοκιμασία των στρατηγικών.



Εικόνα 2.3-1 Βασικές λειτουργίες των CryptoCore, CryptoAPI και CryptoFront

3.1 CryptoAPI

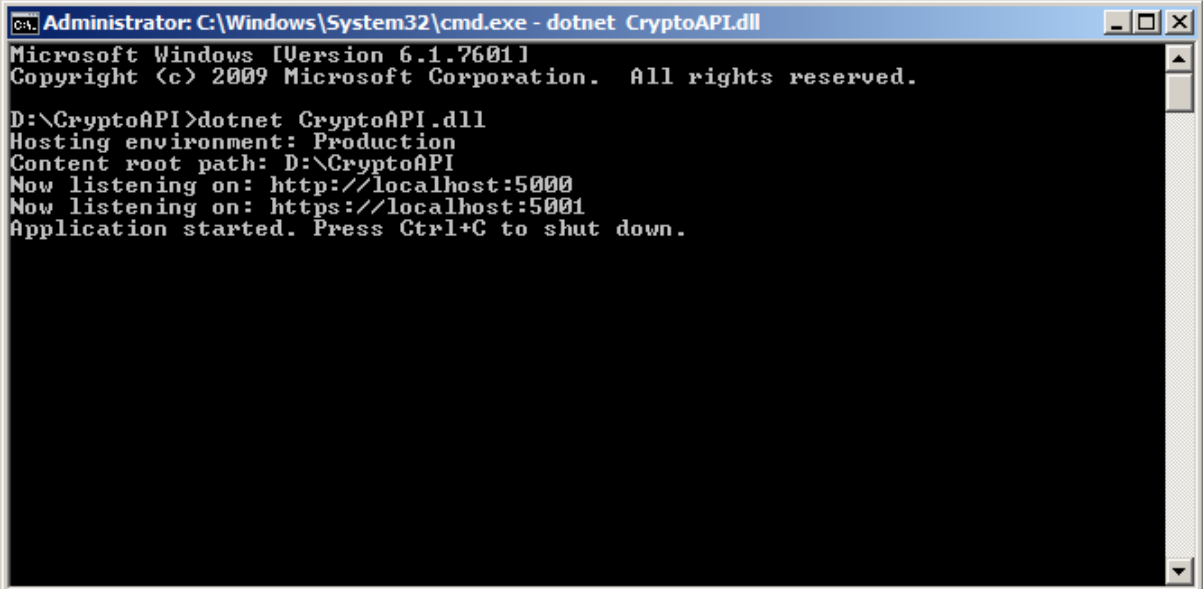
Η εφαρμογή **CryptoAPI** έχει προγραμματιστεί με την γλώσσα προγραμματισμού C#, και τρέχει πάνω στο περιβάλλον .NET Core, που σημαίνει πως η εφαρμογή μας θα μπορεί να τρέχει από λειτουργικά συστήματα Windows, Mac OS και ακόμα και Linux.

Κάνει χρήση της βιβλιοθήκης ανοιχτού κώδικα **BinanceNet**, και παρέχει συνδεσιμότητα με την πλατφόρμα συναλλαγών κρυπτονομισμάτων Binance.

Το CryptoAPI είναι ένας server με REST API (Restful API) που παίρνει ορίσματα είτε με GET παραμέτρους, είτε με POST, και εμφανίζει τα αποτελέσματα με JSON format.

Η εφαρμογή CryptoAPI βρίσκεται στο αρχείο CryptoAPI.dll και τρέχει σε συστήματα που έχουν εγκατεστημένο το .NET Core Runtime 2.2.

Εκτελούμε την εφαρμογή και ξεκινάμε τον server μέσω command line, εκτελώντας την εντολή: **dotnet CryptoAPI.dll**



```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe - dotnet CryptoAPI.dll
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

D:\CryptoAPI>dotnet CryptoAPI.dll
Hosting environment: Production
Content root path: D:\CryptoAPI
Now listening on: http://localhost:5000
Now listening on: https://localhost:5001
Application started. Press Ctrl+C to shut down.
```

Εικόνα 3.1-1 CryptoAPI server main endpoints

Φυσικά το “localhost” μπορεί να αντικατασταθεί με την IP του υπολογιστή στον οποίο βρίσκεται ώστε να επικοινωνεί με την εφαρμογή, ένας χρήστης που δεν βρίσκεται τοπικά. Επίσης παρατηρούμε πως ο server υποστηρίζει όχι μόνο πρωτόκολλο http, αλλά επίσης και https για περισσότερη ασφάλεια των δεδομένων.

Τα API endpoints μας είναι παρακάτω:

3.1.1 Get All Markets

<http://localhost:5000/api/markets>

Επιστρέφει όλες τις αγορές κρυπτονομισμάτων από το Binance, πάνω στις οποίες θα μπορέσουμε να δοκιμάσουμε τις στρατηγικές μας.

Προαιρετικά μπορούμε να περάσουμε παράμετρο **market** για να επιστρέψουμε πληροφορίες μονάχα για μια συγκεκριμένη αγορά (πχ. BTCUSDT)

3.1.2 Login User

<http://localhost:5000/api/user>

Επιστρέφει τιμή token, που χρησιμοποιείται για την επαλήθευση του χρήστη ώστε να χρησιμοποιήσει άλλα API endpoints.

Παίρνει τις παραμέτρους:

- **username** - το όνομα χρήστη (πχ. admin)
- **interval** - ο κωδικός του χρήστη (πχ. 123123!@)
- **action** - πρέπει να είναι "login"

3.1.3 Get All Strategies

<http://localhost:5000/api/strategies>

Επιστρέφει τις στρατηγικές που έχει σώσει ο χρήστης.

Παίρνει τις παραμέτρους:

- **token** – τα στοιχεία του χρήστη στην μορφή "username:password" κωδικοποιημένα με base64, ώστε να επαληθευθεί ο χρήστης και να επιστραφούν μονάχα οι στρατηγικές του έχει δημιουργήσει ο συγκεκριμένος χρήστης.

3.1.4 Get Market Candles

<http://localhost:5000/api/candles>

Επιστρέφει τα Candles της αγοράς της επιλογής μας με τα οποία μπορούμε να εμφανίσουμε το διάγραμμα μέσα στην εφαρμογή γραφικού περιβάλλοντος CryptoFront μας.

Τι είναι όμως τα Candles; Όπως βλέπουμε παρακάτω ένα διάγραμμα αγοράς συνήθως παρουσιάζεται με κάποια σχήματα ίδιας που παριστάνουν ίσα χρονικά διαστήματα που μας θυμίζουν κηροπήγια. Αυτά τα σχήματα στα διαγράμματα αγορών

ονομάζονται Candlesticks ή Candles για συντομία, και με τα χρώματα και τα μεγέθη τους, μας δείχνουν πολλές πληροφορίες για την αγορά στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 3.1-2 Διάγραμμα με 30-λεπτα Candles, για την αγορά του Bitcoin

Συγκεκριμένα ένα Candle έχει τις παρακάτω τιμές:

- **OpenDate** - πότε ξεκίνησε ο υπολογισμός του Candle
- **Interval** - το χρονικό διάστημα του Candle (πχ. 5 Minutes, 15 Minutes, 1 Hour)
- **Open** - η τιμή που είχε η αγορά στο OpenDate
- **High** - η ανώτατη τιμή που απέκτησε μέσα στο χρονικό διάστημα του Candle
- **Low** - η πιο χαμηλή τιμή που απέκτησε μέσα στο χρονικό διάστημα του
- **Close** - η τιμή με την οποία έκλεισε η αγορά. Δηλαδή την στιγμή OpenDate + Interval

Το API χρειάζεται απαραίτητα τις ακόλουθες παραμέτρους ώστε να επιστρέψει τα candles:

- **start_date** - από ποια ημερομηνία θέλουμε candles (πχ. 15-5-2019)
- **end_date** - έως και ποια ημερομηνία θέλουμε candles (πχ. 15-9-2019)
- **interval** - χρονική διάρκεια θέλουμε να έχουν τα candles (15 Minutes, 30 Minutes, 1 Hour, κτλ.)
- **market** - από ποια αγορά θέλουμε candles (πχ. BTCUSDT)

3.1.5 Backtest Strategies

<http://localhost:5000/api/backtest>

Εκτελεί την στρατηγική, και επιστρέφει τα αποτελέσματα της στρατηγικής στο χρονικό διάστημα της επιλογής μας.

Παίρνει τις παραμέτρους:

- **start** - από ποια ημερομηνία θέλουμε να τρέξουμε την στρατηγική (πχ. 15-5-2019)
- **end** - έως και ποια ημερομηνία θέλουμε να τρέξουμε την στρατηγική (πχ. 15-9-2019)
- **interval** - χρονική διάρκεια θέλουμε να έχουν τα candles για την στρατηγική (15 Minutes, 30 Minutes, 1 Hour, κτλ.)
- **market** - από ποια αγορά θέλουμε candles (πχ. BTCUSDT)
- **action** – πρέπει να είναι “backtest”
- **source** – ο κώδικας C# της στρατηγικής μας

3.2 CryptoFront

Η εφαρμογή **CryptoFront** έχει προγραμματιστεί με την γλώσσα προγραμματισμού C#, και θα τρέχει πάνω στο περιβάλλον .NET Framework, που σημαίνει πως η εφαρμογή μας θα μπορεί να βρίσκεται και να τρέχει στα λειτουργικά συστήματα Windows.

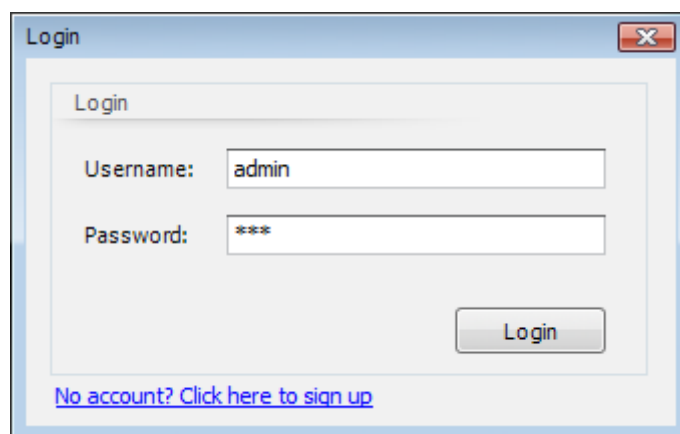
Παρέχει μια πλήρης πλατφόρμα προγραμματισμού στρατηγικών, και το γραφικό περιβάλλον κάνει εκτενή χρήση της σουίτας DevExpress.

3.2.1 Επισκόπηση εφαρμογής

Με το που τρέξει ο χρήστης την εφαρμογή εισάγει τα στοιχεία του και κάνει "Login". Ο χρήστης που θα χρησιμοποιήσουμε σήμερα έχει τα παρακάτω στοιχεία:

Username: admin

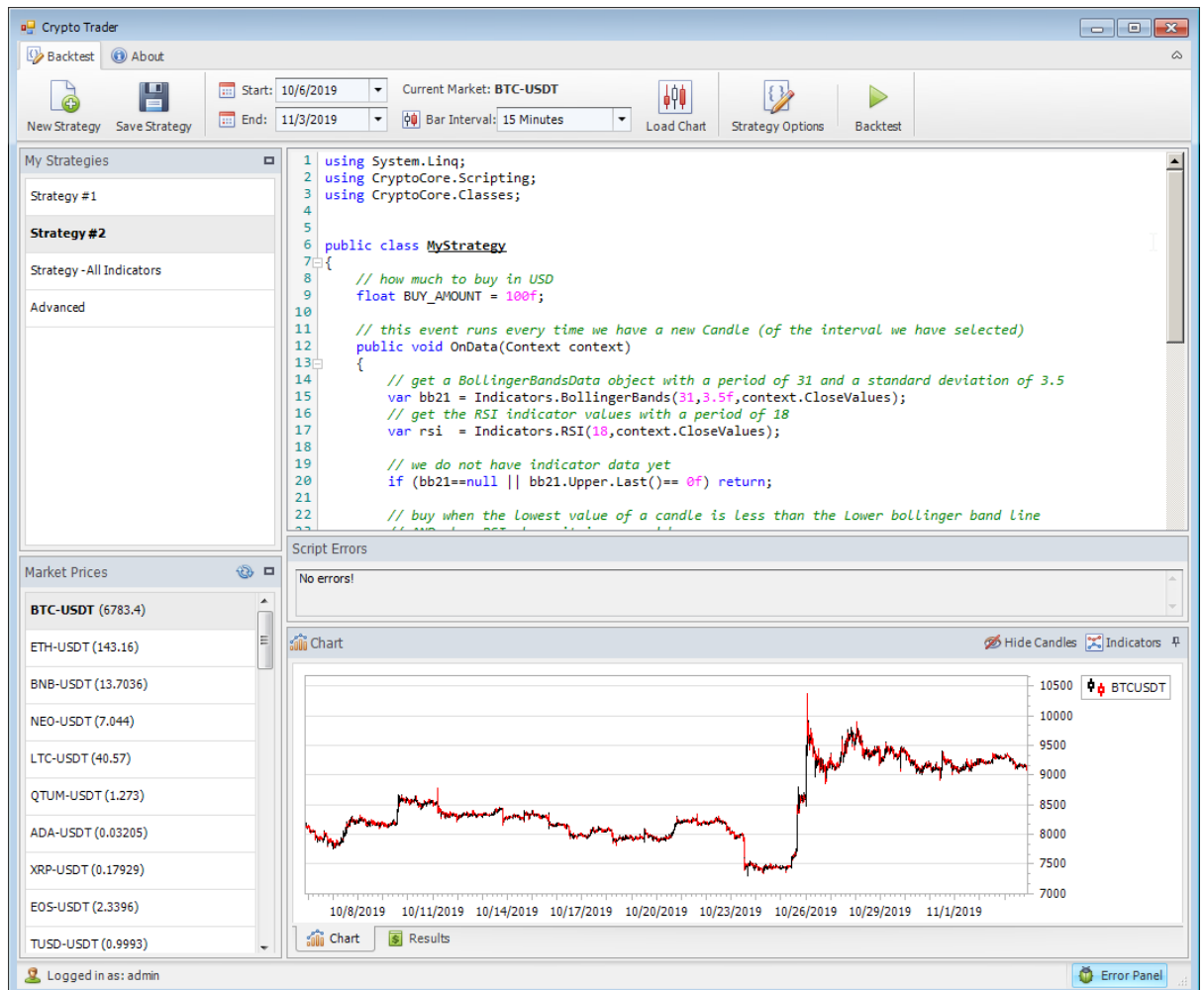
Password: 123



Εικόνα 3.2-1 Παράθυρο Login

Αν ο χρήστης δεν έχει λογαριασμό, μπορεί να δημιουργήσει έναν καινούργιο, κάνοντας κλικ στο "No account? Click here to sign up", όπου καταχωρεί όνομα χρήστη και κωδικό και πατάει "Sign Up".

Στην συνέχεια, με την επιτυχημένη σύνδεση, ο χρήστης έρχεται σε επαφή με το κεντρικό παράθυρο της εφαρμογής CryptoFront:

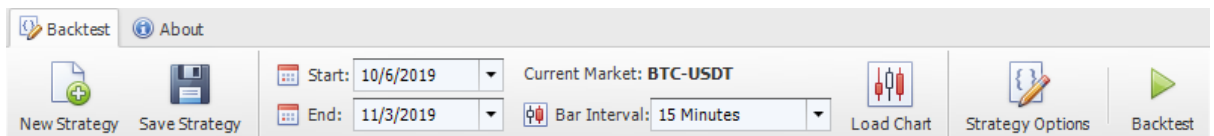


Εικόνα 3.2-2 Κεντρικό παράθυρο CryptoFront

Τα περισσότερα τμήματα του παραθύρου είναι dock panels. Αυτό σημαίνει πως ο χρήστης μπορεί να κάνει drag-drop οποιοδήποτε τμήμα θέλει ώστε να αλλάξει την διάταξη του παραθύρου και να αλλάξει τις διαστάσεις του κάθε τμήματος.

Το κεντρικό παράθυρο της εφαρμογής έχει τα εξής τμήματα:

Ribbon

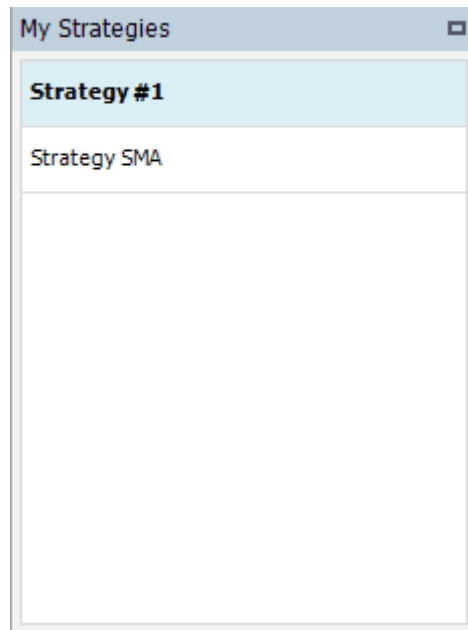


Εικόνα 3.2-3 Ribbon εφαρμογής

Το Ribbon έχει τις παρακάτω λειτουργικότητες και επιλογές:

- **New Strategy:** δημιουργία νέας στρατηγικής.
- **Save Strategy:** αποθήκευση των αλλαγών που κάναμε στην στρατηγική μας.
- **Start/End Dates:** το χρονικό διάστημα για το οποίο θέλουμε να πάρουμε διάγραμμα.
- **Bar Interval:** το χρονικό διάστημα των candles που θέλουμε να πάρουμε.
- **Load Chart:** με το click καλεί τον CryptoAPI και εμφανίζει το διάγραμμα με τις επιλογές Start/End/Bar Interval και Market που ορίσαμε.
- **Strategy Options:** εμφανίζει ένα παράθυρο από το οποίο μπορούμε να κάνουμε κάποιες βασικές ρυθμίσεις για την στρατηγική.
- **Backtest:** με το click, δοκιμάζουμε την στρατηγική που έχουμε δημιουργήσει στην αγορά και στα χρονικό διάστημα Start-End που έχουμε επιλέξει.

Strategies Panel

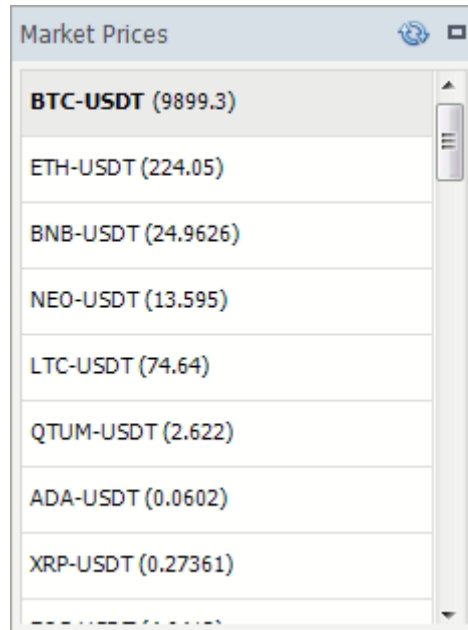


Εικόνα 3.2-4 My Strategies Panel

Στο panel “My Strategies” έχουμε μια λίστα με τις στρατηγικές μας. Με διπλό click επιλέγουμε την στρατηγική που θέλουμε να επεξεργαστούμε ή να δοκιμάσουμε.

Επίσης με δεξί click πάνω σε μια στρατηγική μπορούμε να κάνουμε μετονομασία ή διαγραφή.

Market Price Panel



Εικόνα 3.2-5 Market Prices panel

Κάτω αριστερά υπάρχει το “Market Price” panel. Είναι μια λίστα που περιέχει όλες τις αγορές που έχουμε διαθέσιμες για να πάρουμε διάγραμμα. Στην παρένθεση είναι η τελευταία τιμή της αγοράς σε αμερικάνικα δολάρια (\$).

Πατώντας το κουμπί “Refresh” μπορούμε να πάρουμε ανανεώσουμε τις αγορές αλλά και τις τελευταίες τιμές των αγορών, οι οποίες αλλάζουν συνέχεια.

Με διπλό click επιλέγουμε την αγορά πάνω στην οποία θα δοκιμάσουμε την στρατηγική μας.

Η αγορά που έχουμε επιλέξει εμφανίζεται με έντονο μαύρο χρώμα.

Strategy Script Editor

```
1 using System.Linq;
2 using CryptoCore.Scripting;
3 using CryptoCore.Classes;
4
5
6 public class MyStrategy
7 {
8     // how much to buy in USD
9     float BUY_AMOUNT = 100f;
10
11     // this event runs every time we have a new Candle (of the interval we have selected)
12     public void OnData(Context context)
13     {
14         // indicator declaration
15         var fastMA = Indicators.SimpleMovingAverage(14, context.CloseValues);
16         var slowMA = Indicators.SimpleMovingAverage(60, context.CloseValues);
17
18         // if any of the values are 0 in Moving Averages, we do not have indicator data yet
19         if (fastMA.Last()== 0f || slowMA.Last()==0f) return;
20
21         // buy when the fast moving average has a 4% difference with the slow moving average, and is underneath it
22         // signals a sudden huge drop
23         var shouldBuy = fastMA.Last()<slowMA.Last() && (Helper.GetPercentage(fastMA.Last(),slowMA.Last())<96f);
24
25         // sell when there is a 9% difference
26         // which signals a sudden uptrend
27         var shouldSell = fastMA.Last()>slowMA.Last() && (Helper.GetPercentage(slowMA.Last(),fastMA.Last())<91f);
28
29     }
```

Εικόνα 3.2-6 Strategy Script Editor

Το πιο σημαντικό τμήμα της εφαρμογής, είναι ο “Strategy Script Editor” που βρίσκεται στην μέση του κεντρικού παραθύρου.

Σε αυτόν τον εξειδικευμένο κειμενογράφο, γράφουμε τις στρατηγικές μας με την προγραμματιστική γλώσσα C#. Ο κειμενογράφος έχει δυνατότητες υπογράμμισης λέξεων κλειδιού (keyword highlighting) και μορφοποίηση κώδικα (formatting) ώστε να βοηθήσει τον χρήστη.

Ο προγραμματισμός γίνεται με ένα πολύ απλό API που θα μάθουμε στο επόμενο κεφάλαιο, και η κύρια λειτουργία της εφαρμογής. Ο χρήστης θα περνάει την περισσότερη ώρα στον Script Editor, προγραμματίζοντας αλλά και τροποποιώντας την στρατηγική ώστε να την βελτιώσει και να παράγει κέρδος.

Chart Panel



Εικόνα 3.2-7 Chart Panel

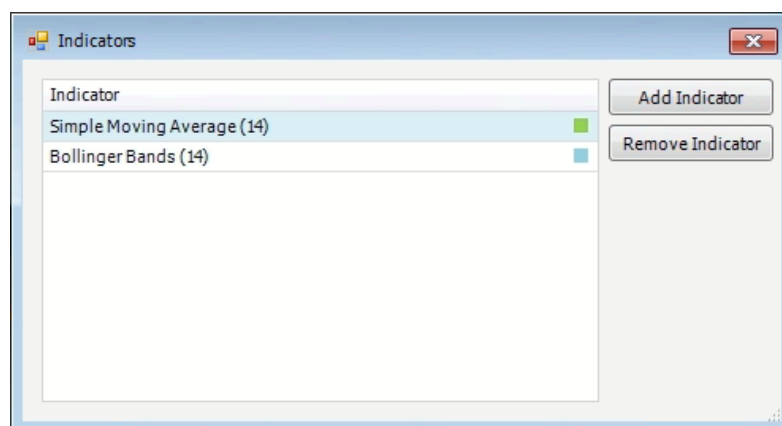
Κάτω από τον “Strategy Editor”, έχουμε το διάγραμμα της αγοράς στο “Chart Panel”. Είναι το 2^ο πιο βασικό τμήμα της εφαρμογής μετά τον Strategy Editor, αφού ο χρήστης θα δημιουργεί νέες στρατηγικές κάνοντας παρατηρήσεις και δοκιμάζοντας τεχνικούς δείκτες στο διάγραμμα.

Ο χρήστης μπορεί να κάνει “zoom” με το ποντίκι, και να δει ξεκάθαρα και με την μέγιστη ακρίβεια κάθε σημείο του διαγράμματος.

Πάνω δεξιά, πατώντας το κουμπί “Indicators”, παρουσιάζεται ένα παράθυρο όπου ο χρήστης μπορεί να διαλέξει και να βάλει δείκτες τεχνικής ανάλυσης, πάνω στο διάγραμμα. Ένα διάγραμμα μπορεί να έχει απεριόριστο αριθμό τεχνικών δεικτών, όμως προτιμάται ένας ελάχιστος αριθμός ώστε να είναι πιο εύκολες οι παρατηρήσεις, και συνεπώς, πιο εύκολη η δημιουργία στρατηγικής.

Με την χρήση του κουμπιού “Hide Candles” στα αριστερά του κουμπιού “Indicators”, μπορούμε να αποκρύψουμε το κύριο διάγραμμα ώστε να βλέπουμε πιο εύκολα τους δείκτες και να κάνουμε ακόμα πιο εύκολα παρατηρήσεις με τους διαθέσιμους τεχνικούς δείκτες.

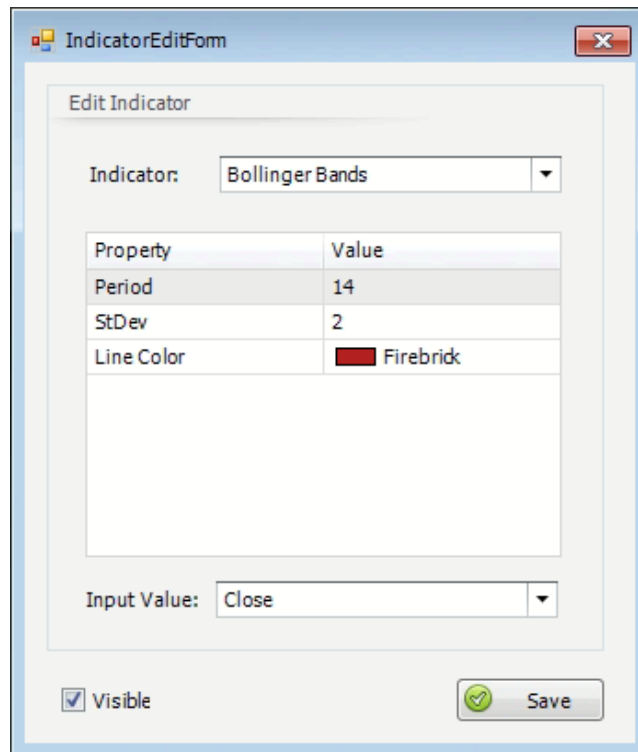
Δημιουργία και Εκτέλεση στρατηγικής



Εικόνα 3.2-8 Indicator Window

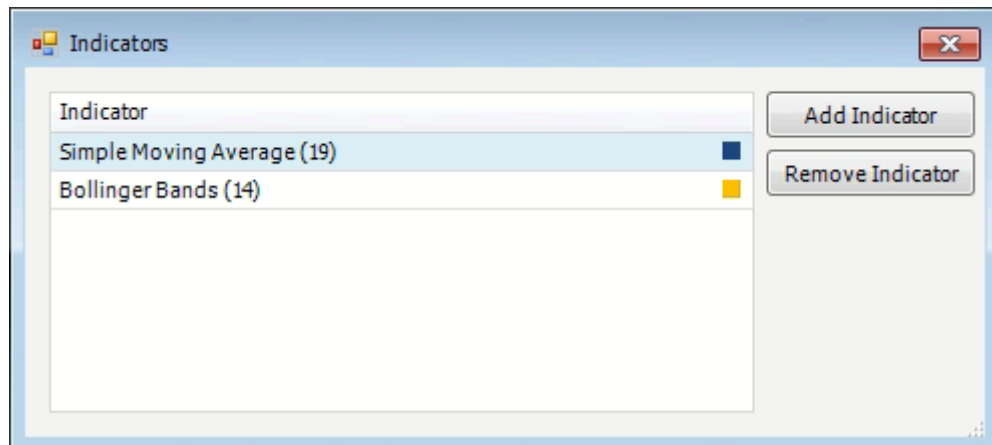
Το παράθυρο των τεχνικών δεικτών του διαγράμματος εμφανίζεται πατώντας το κουμπί “Indicators” πάνω στο Chart panel. Με διπλό click πάνω σε ένα από τους τεχνικούς δείκτες της λίστας αυτής, ο χρήστης μπορεί να κάνει αλλαγές στον δείκτη της επιλογής του.

Πατώντας όμως το κουμπί “Add Indicator” εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο από όπου ο χρήστης μπορεί να διαλέξει τον δείκτη που θέλει να προσθέσει στο διάγραμμα.



Εικόνα 3.2-9 Indicator Edit Window

Αφού προσθέσει ο χρήστης τους δείκτες της επιλογής τους, εμφανίζονται στο διάγραμμα όπως βλέπουμε παρακάτω:



Εικόνα 3.2-10 Οι δείκτες που επιλέξαμε



Εικόνα 3.2-11 Το διάγραμμα μας, με τους δείκτες που επιλέξαμε

Πριν εκτελέσουμε μια στρατηγική, πατάμε “Strategy Options” πάνω στο Ribbon ώστε να κάνουμε κάποιες βασικές ρυθμίσεις:

Εικόνα 3.2-12 Επιλογές εκτέλεσης στρατηγικής

Οι ρυθμίσεις που μπορούμε να κάνουμε είναι οι ακόλουθες:

- **Starting Balance:** είναι το αρχικό ποσό που έχουμε σε αμερικάνικα δολάρια, ώστε να εκτελέσουμε τις συναλλαγές. Φυσικά αυτό το ποσό είναι εικονικό όσο δοκιμάζουμε τις στρατηγικές μας, άρα μπορούμε να βάλουμε πολύ υψηλές τιμές.
- **Minutes in-between orders:** αν θέλουμε να αγοράζουμε μονάχα μια φορά μέσα σε Χ λεπτά, εδώ θέτουμε την τιμή του Χ σε λεπτά. Αν δεν θέλουμε να έχουμε τέτοιο περιορισμό και να ανοίγουμε πολλαπλές συναλλαγές ακόμα και σε σύντομο χρονικό διάστημα, μπορούμε να θέσουμε την τιμή 0.

- **Max open orders:** είναι η τιμή που καθορίζει τον μέγιστο αριθμό των ανοιχτών συναλλαγών που μπορούμε να έχουμε. Ανοιχτές συναλλαγές είναι οι συναλλαγές στις οποίες έχουμε κάνει αγορά κρυπτονομίσματος αλλά δεν έχουμε πουλήσει ακόμα.
- **Fees per transaction:** είναι το ποσοστό της χρέωσης που έχουμε ανά κάθε συναλλαγή. Για μια ολοκληρωμένη συναλλαγή αγοράς και στην συνέχεια πώλησης, έχουμε συνολικά 2 ολοκληρωμένες και ανεξάρτητες συναλλαγές. Οι περισσότερες πλατφόρμες συναλλαγών κρυπτονομισμάτων έχουν μέση χρέωση 0.25% ανά συναλλαγή. Για να έχουμε ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα, είναι προτιμότερο να λαμβάνουμε υπόψη τις χρεώσεις αυτές, αφού πολύ συχνά μια στρατηγική μπορεί να είναι κερδοφόρα με μηδενικές χρεώσεις συναλλαγών, όμως στην πραγματικότητα αν τις αναλογιστούμε, έχουμε ζημιά.

Μόλις αποθηκεύσουμε τις ρυθμίσεις μας, μπορούμε να εκτελέσουμε την στρατηγική μας πατώντας "Backtest" πάνω στο Ribbon.

Στην συνέχεια, αν η στρατηγική μας εκτελέστηκε σωστά, θα δούμε τις αγορές και πωλήσεις στο διάγραμμα, με συννεφάκια που θα λένε είτε "Buy" είτε "Sell", όπως βλέπουμε παρακάτω:



Εικόνα 3.2-13 Διάγραμμα μετά την επιτυχημένη εκτέλεση στρατηγικής

Για να δούμε ακριβώς πότε έγιναν οι συναλλαγές, όπως και επιπρόσθετες χρήσιμες πληροφορίες όπως το συνολικό κέρδος ή την ζημιά που είχε η στρατηγική μας, πατάμε την καρτέλα "Results" κάτω από το διάγραμμα, και μας εμφανίζεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα της εκτέλεσης.

#	Time	Type	Order Price	Size	Profit/Loss	Balance	Equity
72134899	10/6/2019 1:45:00 AM	Buy	8076.5	\$ 49.875			49.875
72134899	10/7/2019 8:45:00 PM	Sell	8195.94	\$ 49.875	0.62	\$ 1000.61	0
70597947	10/8/2019 1:15:00 AM	Buy	8227.37	\$ 49.875			49.875
70597947	10/8/2019 4:30:00 AM	Sell	8234.28	\$ 49.875	-0.09	\$ 1000.53	0
41343918	10/8/2019 12:45:00 PM	Buy	8211.06	\$ 49.875			49.875
41343918	10/9/2019 9:00:00 PM	Sell	8570.02	\$ 49.875	2.05	\$ 1002.59	0
71890736	10/10/2019 4:30:00 AM	Buy	8563.79	\$ 49.875			49.875
71890736	10/26/2019 6:00:00 AM	Sell	9584.6	\$ 49.875	5.8	\$ 1008.4	0
40082188	10/26/2019 9:45:00 PM	Buy	9186.54	\$ 49.875			49.875
40082188	10/27/2019 9:00:00 PM	Sell	9574.62	\$ 49.875	1.98	\$ 1010.37	0
47894413	10/28/2019 1:15:00 AM	Buy	9762.12	\$ 49.875			49.875
47894413	11/3/2019 10:00:00 PM	Sell	9152.5	\$ 49.875	-3.23	\$ 1007.14	0
					\$ 7.14	\$ 1007.14	

Εικόνα 3.2-14 Πίνακας αποτελεσμάτων της στρατηγικής

Στην τελευταία γραμμή του πίνακα, βλέπουμε το συνολικό κέρδος ή την ζημιά που είχε η στρατηγική μας.

Οι κολόνες του πίνακα είναι:

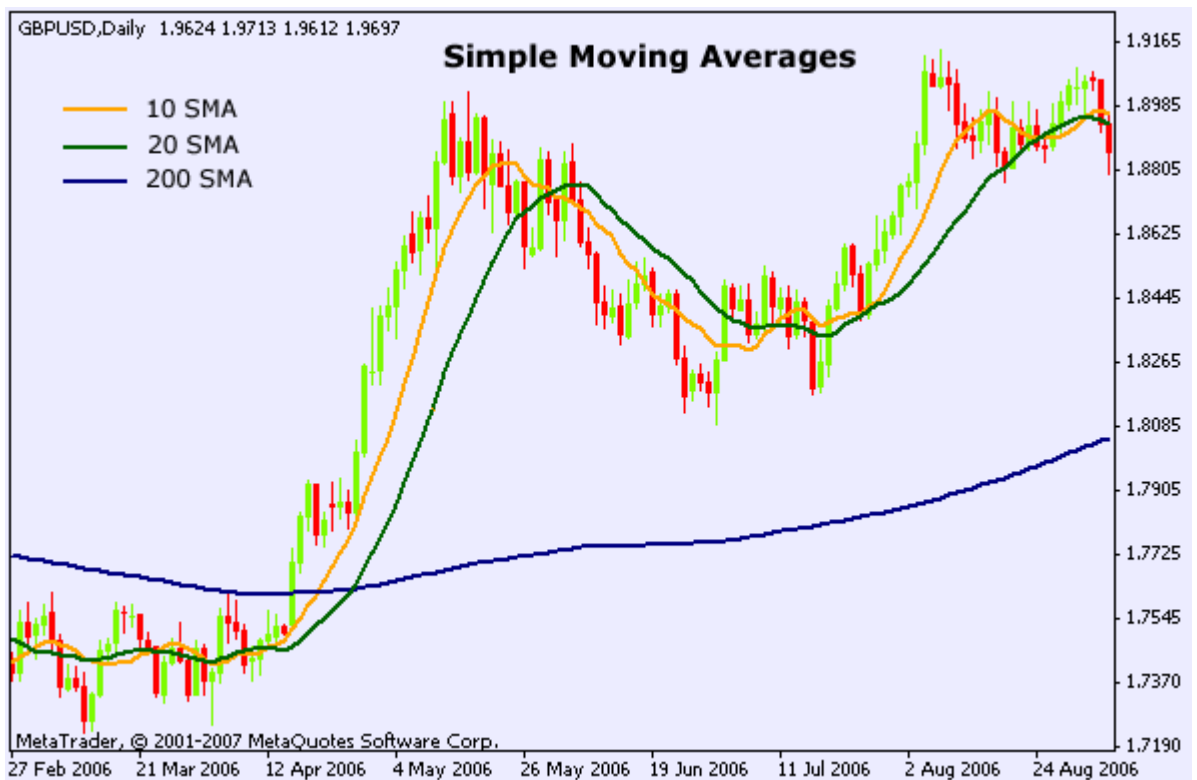
- **#**: το unique ID της συναλλαγής. Το ίδιο unique ID θα υπάρξει μονάχα 2 (δύο) φορές μετά μια εκτέλεση. Την πρώτη φορά στην συναλλαγή αγοράς, και την δεύτερη στην συναλλαγή πώλησης.
- **Time**: ημέρα και ώρα που έγινε η συναλλαγή.
- **Type**: τύπος συναλλαγής. Είτε Sell είτε Buy.
- **Order Price**: η τιμή που είχε η αγορά όταν έγινε η συναλλαγή.
- **Size**: το ποσό της συναλλαγής σε αμερικανικά δολάρια.
- **Profit/Loss**: το κέρδος ή η ζημιά σε δολάρια, για την συγκεκριμένη συναλλαγή πώλησης ή συνολικά με το πέρας της εκτέλεσης.
- **Balance**: το συνολικό ποσό που έχουμε σε δολάρια μετά την συναλλαγή.
- **Equity**: το συνολικό ποσό που έχουμε σε δολάρια, εάν κλείσουμε τις ανοιχτές συναλλαγές μας την συγκεκριμένη στιγμή.

4 Δημιουργία Στρατηγικών

Σε αυτήν την ενότητα θα δημιουργήσουμε 2 στρατηγικές με την εφαρμογή γραφικού περιβάλλοντος CryptoFront ώστε να εξοικειωθούμε με το περιβάλλον.

4.1 Στρατηγική #1 - Simple Moving Average

Για την πρώτη μας στρατηγική, θα ξεκινήσουμε με μια στρατηγική που κάνει χρήση των τεχνικών δεικτών Απλών Κινούμενων Μέσων (Simple Moving Average), αφού όπως είδαμε προηγουμένως, ο συγκεκριμένος είναι ο πιο βασικός τεχνικός δείκτης που χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα, είτε μόνος είτε σε συνδυασμό με άλλους δείκτες.



Εικόνα 4.1-1 Simple Moving Average περιόδων 10,20 και 200

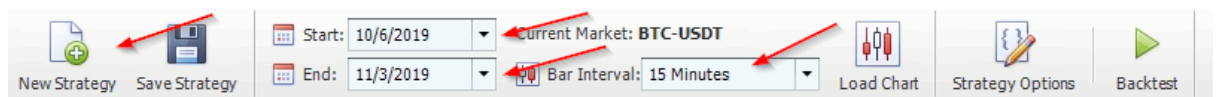
Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε την διαφορά που έχουν τα κινούμενα μέσα 3 διαφορετικών περιόδων. Παρατηρούμε πως όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος, τόσο πιο λεία γραμμή έχουμε, και τόσο πιο αργές αλλαγές έχουμε στην πορεία της γραμμής.

Για την στρατηγική μας θα χρησιμοποιήσουμε 2 Simple Moving Average δείκτες:

- Simple Moving Average (με περίοδο 14) - **Πράσινο χρώμα**
- Simple Moving Average (με περίοδο 60) - **Κόκκινο χρώμα**

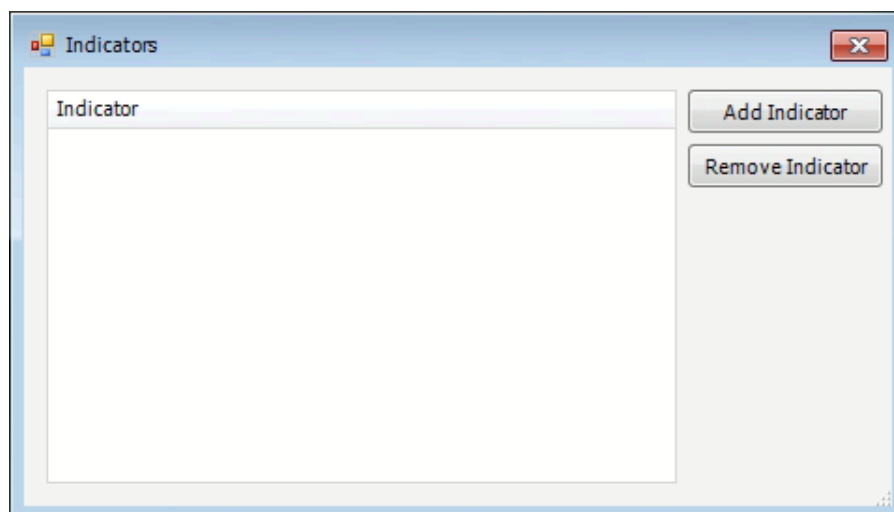
Θα εκτελέσουμε την στρατηγική στην αγορά BTC-USDT (την αγορά του κρυπτονομίσματος Bitcoin) μέσα στην χρονική περίοδο 10/6/2019 - 11/3/2019. Η κατάληξη USDT στο όνομα της αγοράς υποδεικνύει πως θα κάνουμε την αγορά με ποσό USDT, το οποίο είναι ένα ψηφιακό νόμισμα ίσο με την αξία του αμερικάνικου δολαρίου. Στις πλατφόρμες συναλλαγών κρυπτονομισμάτων, το διαθέσιμο ποσό μας μετατρέπεται σε μορφή USDT ώστε να αγοράσουμε κρυπτονομίσματα.

Για να ξεκινήσουμε, διαλέγουμε την αγορά BTC-USDT από τις διαθέσιμες αγορές μας στο Market Panel της εφαρμογής, κάνοντας διπλό click. Στην συνέχεια θέτουμε Start και End ημερομηνίες, Bar Interval "15 Minutes" ώστε να πάρουμε candles με χρονικό διάστημα 15 λεπτών, και πατάμε το κουμπί Load Chart.



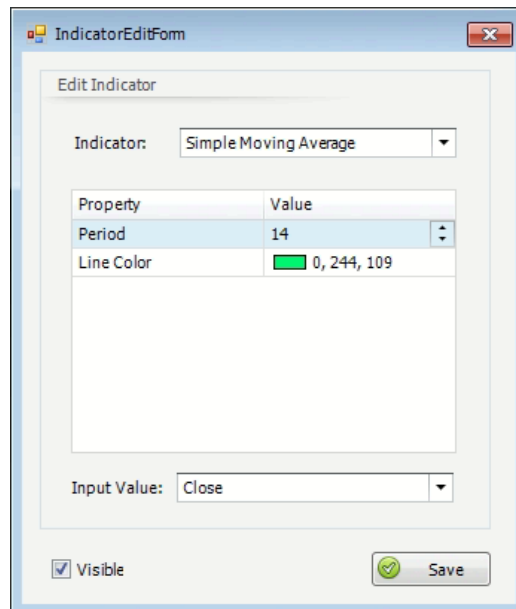
Εικόνα 4.1-2 Το Ribbon στο κεντρικό παράθυρο, με τις επιλογές μας.

Στην συνέχεια θα βάλουμε τους 2 δείκτες μας στο διάγραμμα πατώντας Indicators στο πάνω δεξί μέρος του διαγράμματος. Στο παράθυρο που θα μας ανοίξει βλέπουμε πως δεν έχουμε κανένα δείκτη στο διάγραμμα. Για να προσθέσουμε πατάμε **Add Indicator**.



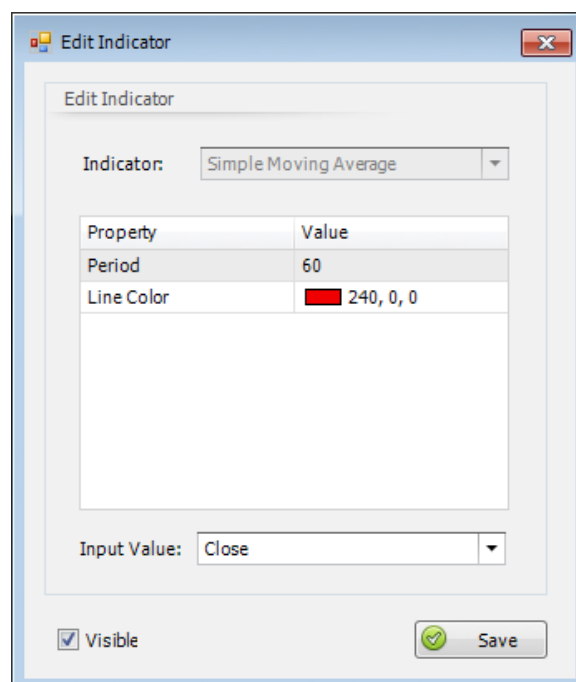
Εικόνα 4.1-3 Το διάγραμμα μας αρχικά δεν έχει δείκτες

Στην συνέχεια διαλέγουμε τον δείκτη Simple Moving Average, και τον ρυθμίζουμε όπως βλέπουμε παρακάτω, με περίοδο 14, χρώμα πράσινο, και Input Value “Close” ώστε να υπολογίσουμε τον δείκτη με τις τιμές κλεισίματος (Close). Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε τον δείκτη με τις τιμές Open, Low και High.



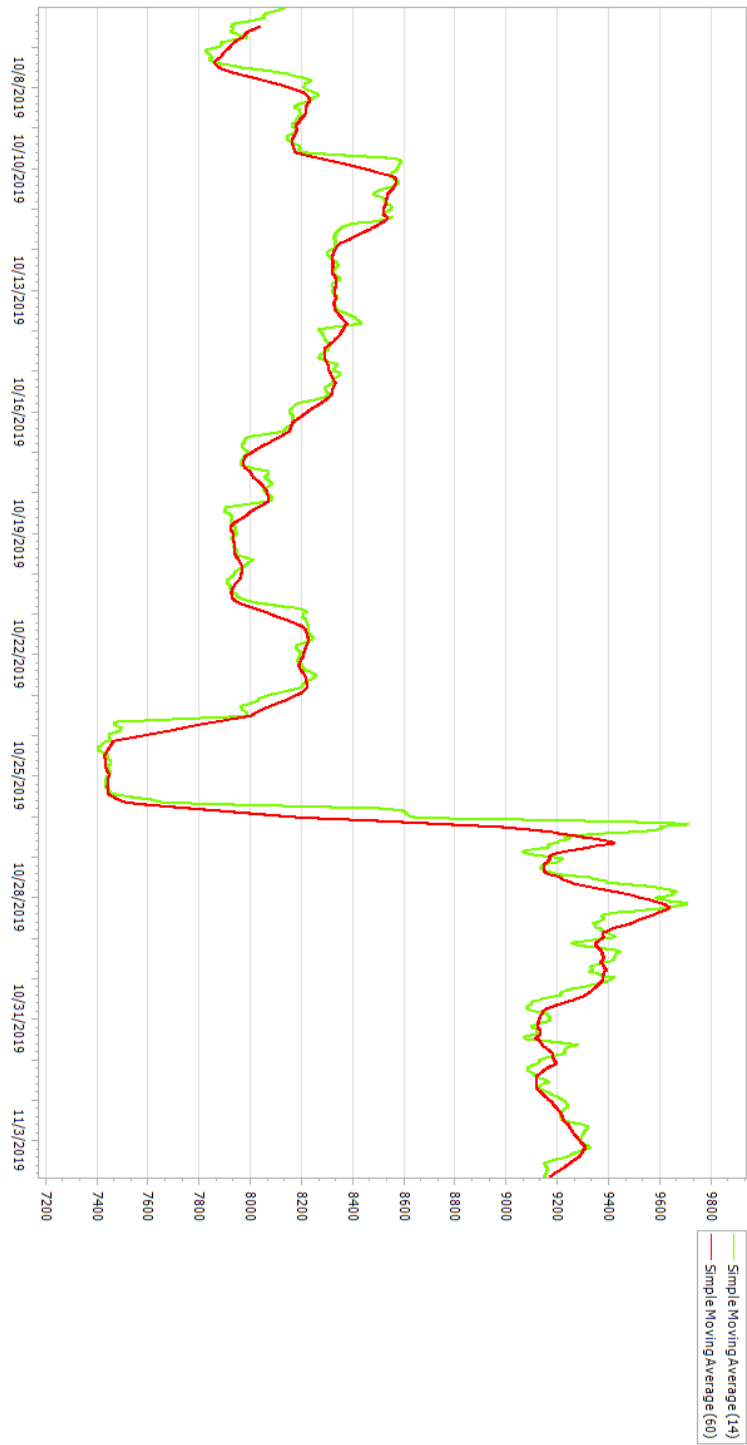
Εικόνα 4.1-4 Απλός κινούμενος δείκτης περιόδου 14

Μετά επαναλαμβάνουμε τα ίδια βήματα ώστε να βάλουμε τον 2ο δείκτη με τις ρυθμίσεις παρακάτω:



Εικόνα 4.1-5 Απλός κινούμενος δείκτης περιόδου 20

Μόλις προσθέσουμε τους δείκτες, βλέπουμε στο διάγραμμα τους δείκτες που μόλις προσθέσαμε. Επίσης πατάμε το κουμπί Hide Charts ώστε να κρύψουμε το κύριο διάγραμμα και να δούμε τους δείκτες πιο ξεκάθαρα.



Εικόνα 4.1-6 Δείκτες στρατηγικής

Στην συνέχεια προγραμματίζουμε την στρατηγική, γράφοντας σε γλώσσα C# στον script editor. Παρακάτω βρίσκεται ο κώδικας της στρατηγικής με σχόλια ώστε να γίνει πιο εύκολη κατανόηση:

```
1 using System.Linq;
2 using CryptoCore.Scripting;
3 using CryptoCore.Classes;
4
5
6 public class MyStrategy
7 {
8     // how much to buy in USD
9     float BUY_AMOUNT = 100f;
10
11     // this event runs every time we have a new Candle (of the interval we have selected)
12     public void OnData(Context context)
13     {
14         // indicator declaration
15         var fastMA = Indicators.SimpleMovingAverage(14, context.CloseValues);
16         var slowMA = Indicators.SimpleMovingAverage(60, context.CloseValues);
17
18         // if any of the values are 0 in Moving Averages, we do not have indicator data yet
19         if (fastMA.Last()== 0f || slowMA.Last()==0f) return;
20
21         // buy when the fast moving average has a 4% difference with the slow moving average, and is underneath it
22         // signals a sudden huge drop
23         var shouldBuy = fastMA.Last()<slowMA.Last() && (Helper.GetPercentage(fastMA.Last(),slowMA.Last())<96f);
24
25         // sell when there is a 9% difference
26         // which signals a sudden uptrend
27         var shouldSell = fastMA.Last()>slowMA.Last() && (Helper.GetPercentage(slowMA.Last(),fastMA.Last())<91f);
28
29
30         if (shouldBuy)
31         {
32             // buy and return a OrderInfo object
33             var ord = context.Buy(BUY_AMOUNT);
34         }
35
36         if (shouldSell)
37         {
38             // for each open order, sell if there is profit
39             foreach(var order in context.GetOpenOrders()){
40                 if (order.CurrentProfit()>0f){
41                     context.CloseOrder(order);
42                 }
43             }
44         }
45     }
46 }
47
48 }
```

Εικόνα 4.1-7 Κώδικας στρατηγικής SMA

Διαβάζοντας τον κώδικα, βλέπουμε πως η στρατηγική μας αγοράζει Bitcoin αξίας \$100 όταν ο γρήγορος δείκτης περιόδου 14 βρίσκεται κάτω από τον αργό δείκτη περιόδου 60, και όταν η διαφορά τους είναι πάνω από 4%. Αυτό μας δείχνει πως υπάρχει ξαφνική πτώση της αξίας του Bitcoin, και είναι καλό σημείο αγοράς, αφού είναι πολύ πιθανό πως στο μέλλον θα προσαρμοστεί και θα διορθωθεί η αγορά, δηλαδή θα έχει ανοδική τάση.

Στην συνέχεια εφόσον αγοράσει Bitcoin, θα πουλήσει εάν γίνει το αντίστροφο. Δηλαδή ο γρήγορος δείκτης θα ξεπεράσει τον αργό δείκτη και η διαφορά τους θα είναι πάνω από 9%, που σημαίνει την ξαφνική άνοδο της αγοράς.

Για να εκτελέσουμε την στρατηγική μας πατάμε το κουμπί Backtest. Αφού τρέξει η στρατηγική, βλέπουμε πως πάνω στο διάγραμμα εμφανίζονται ετικέτες για το πότε η στρατηγική μας έκανε συναλλαγή αγοράς, αλλά και πότε έκανε συναλλαγή πώλησης.



Εικόνα 4.1-8 Διάγραμμα με τις ετικέτες αγοράς και πώλησης

Εάν πατήσουμε το “Results” κάτω αριστερά στο διάγραμμα μας, εμφανίζονται οι αγορές και πωλήσεις που έγιναν.

#	Time	Type	Order Price	Size	Profit/Loss	Balance	Equity
24088513	10/23/2019 3...	Buy	7455.67	\$ 99.75	-	-	\$ 99.75
47734017	10/23/2019 4...	Buy	7441.08	\$ 99.75	-	-	\$ 199.5
23643215	10/23/2019 4...	Buy	7485.76	\$ 99.75	-	-	\$ 299.25
77820840	10/23/2019 5...	Buy	7474.93	\$ 99.75	-	-	\$ 399
87577639	10/23/2019 5...	Buy	7475.1	\$ 99.75	-	-	\$ 498.75
24088513	10/26/2019 3...	Sell	9617.32	\$ 99.75	\$ 28.6	\$ 629.6	\$ 514.684
47734017	10/26/2019 3...	Sell	9617.32	\$ 99.75	\$ 28.85	\$ 758.2	\$ 386.77
23643215	10/26/2019 3...	Sell	9617.32	\$ 99.75	\$ 28.08	\$ 886.03	\$ 256.307
77820840	10/26/2019 3...	Sell	9617.32	\$ 99.75	\$ 28.27	\$ 1014.05	\$ 128.339
87577639	10/26/2019 3...	Sell	9617.32	\$ 99.75	\$ 28.27	\$ 1142.07	-
					\$ 142.07	\$ 1142.07	

Εικόνα 4.1-9 Αποτελέσματα εκτέλεσης

Παρατηρούμε πως με το αρχικό μας ποσό μετά τις αυτοματοποιημένες αγορές και πωλήσεις της στρατηγικής μας, έφτασε το ποσό των \$1142.07, που σημαίνει πως υπάρχει κέρδος \$142 με αυτή την στρατηγική σε *ιδανικές συνθήκες* της αγοράς, όπως έχουμε στο χρονικό διάστημα 10/6/2019 - 11/3/2019.

Η στρατηγική μας δημιουργήθηκε ώστε να εκμεταλλευτεί την ξαφνική πτώση και άνοδο του Bitcoin σε αυτό το χρονικό διάστημα, όμως προφανώς τέτοιες συνθήκες δύσκολα θα επαναληφθούν.

4.2 Στρατηγική #2 - Bollinger Bands + RSI



Εικόνα 4.2-1 Ενδεικτικός δείκτης Bollinger Band σε αγορά Forex

Για την 2^η μας στρατηγική θα χρησιμοποιήσουμε τους δείκτες Bollinger Bands και RSI.

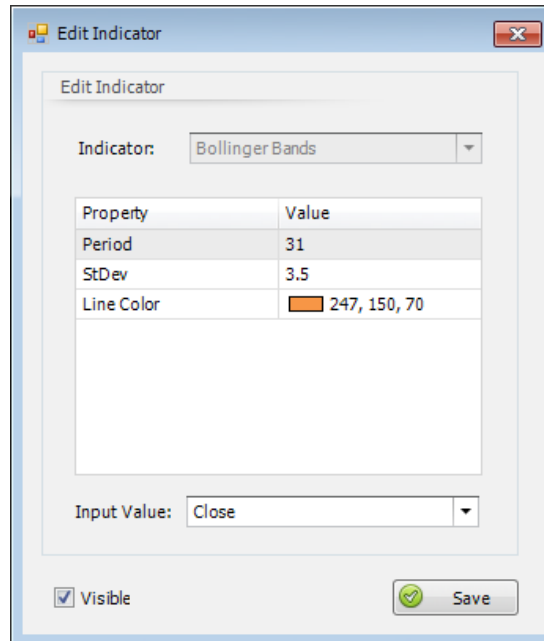
Ο δείκτης Bollinger Bands αποτελείται από 3 κινούμενους δείκτες τους Upper, Lower και Mid. Ο μεσαίος δείκτης είναι SMA, ενώ οι Lower και Higher είναι πάλι SMA όμως με μια απόκλιση.

Ο δείκτης RSI εκφράζει εάν η αγορά είναι Oversold ή Overbought, και παίρνει τιμές από 0 έως και 100. Εάν η τιμή είναι κάτω του 30, σημαίνει πως είναι καλό σημείο αγοράς, επειδή έχει πέσει ξαφνικά η αγορά. Εάν η τιμή του είναι πάνω από 70, αυτό σημαίνει πως είναι καλό σημείο πώλησης επειδή είχε ασυνήθιστη άνοδο.

Θα εκτελέσουμε την στρατηγική μας σε ένα μεγαλύτερο διάστημα από την προηγούμενη στρατηγική. Το διάστημα μας θα είναι από 1/10/2019 έως και 29/2/2020, και με Bar Interval 30 Minutes. Επίσης αυτήν την φορά θα εκτελέσουμε την στρατηγική στο κρυπτονομίσμα Ethereum, που βρίσκεται στην 2η θέση στην κατάταξη των κορυφαίων κρυπτονομισμάτων. Η αγορά του Ethereum ονομάζεται ETH-USDT στην λίστα των αγορών.

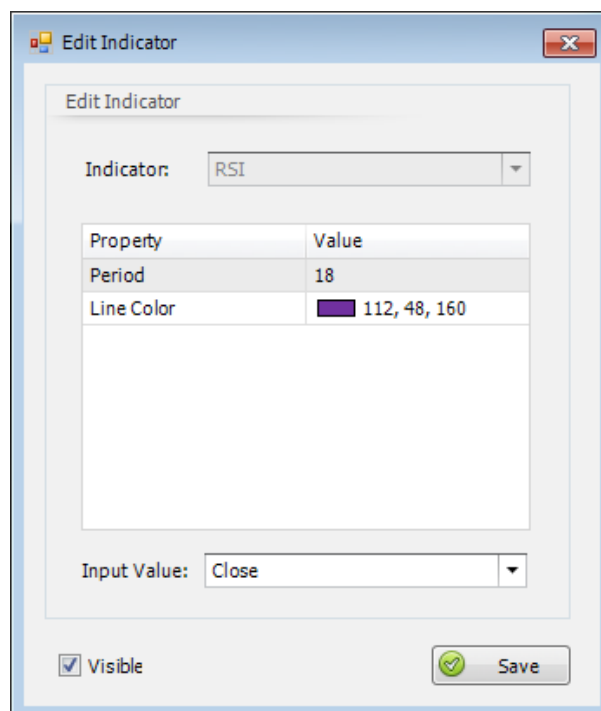
Αφού γεμίσουμε το διάγραμμα, θα ξεκινήσουμε βάζοντας τους δείκτες όπως κάναμε προηγουμένως.

Ανοίγουμε το παράθυρο των δεικτών και διαλέγουμε τον δείκτη Bollinger Bands με τις παρακάτω επιλογές:



Εικόνα 4.2-2 Bollinger Bands περιόδου 31

Στην συνέχεια θα βάλουμε τον δείκτη RSI με τις παρακάτω επιλογές:



Εικόνα 4.2-3 RSI με περίοδο 18

Το διάγραμμα μας με τους 2 δείκτες φαίνεται παρακάτω. Παρατηρούμε πως ο δείκτης RSI βρίσκεται σε ξεχωριστό διάγραμμα κάτω από το κύριο μας διάγραμμα. Αυτό συμβαίνει διότι οι τιμές μερικών δεικτών (όπως του δείκτη RSI) δεν πέφτουν πάνω στα candles του διαγράμματος.



Εικόνα 4.2-4 Διάγραμμα με δείκτες Bollinger Bands και RSI

Η στρατηγική που θα ακολουθήσουμε θα έχει 2 συνθήκες στην αγορά και στην πώληση:

Αγοράζουμε όταν η πιο υψηλή τιμή ενός candle (High) είναι πιο κάτω από την τιμή του Lower δείκτη Bollinger Band, επειδή λόγω αυτού συμπεραίνουμε πως είχαμε ξαφνική πτώση. Όμως για να είμαστε σίγουροι πως είναι ιδανικό σημείο αγοράς, επιβεβαιώνουμε με τον δείκτη RSI και ελέγχουμε εάν ο δείκτης RSI έχει τιμή κάτω από 20, που σημαίνει πως είναι Oversold.

Πουλάμε όταν η πιο χαμηλή τιμή ενός candle (Low) είναι πιο πάνω από την τιμή του Upper δείκτη Bollinger Band, επειδή λόγω αυτού αντίστοιχα, συμπεραίνουμε πως είχαμε ξαφνική άνοδο. Επιβεβαιώνουμε το σημείο πώλησης με τον δείκτη RSI, που θα πρέπει να έχει τιμή πάνω από 80.

Ο κώδικας της στρατηγικής είναι:

```
1 using System.Linq;
2 using CryptoCore.Scripting;
3 using CryptoCore.Classes;
4
5
6 public class MyStrategy
7 {
8     // how much to buy in USD
9     float BUY_AMOUNT = 100f;
10
11     // this event runs every time we have a new Candle (of the interval we have selected)
12     public void OnData(Context context)
13     {
14         // get a BollingerBandsData object with a period of 31 and a standard deviation of 3.5
15         var bb21 = Indicators.BollingerBands(31,3.5f,context.CloseValues);
16         // get the RSI indicator values with a period of 18
17         var rsi = Indicators.RSI(18,context.CloseValues);
18
19         // we do not have indicator data yet
20         if (bb21==null || bb21.Upper.Last()== 0f) return;
21
22         // buy when the lowest value of a candle is less than the Lower bollinger band line
23         // AND when RSI shows it is oversold
24         var shouldBuy = context.LastCandle.High < bb21.Lower.Last() && rsi.Last(<20;
25
26         // sell when the lowest value of the same candle is above the Upper bollinger band line
27         // AND when RSI shows it is overbought
28         var shouldSell = context.LastCandle.Low > bb21.Upper.Last() && rsi.Last(>80;
29
30
31         if (shouldBuy)
32         {
33             // buy and return a OrderInfo object
34             var ord = context.Buy(BUY_AMOUNT);
35         }
36
37         if (shouldSell)
38         {
39             // for each open order, sell if there is profit of at least $2
40             foreach(var order in context.GetOpenOrders()){
41                 if (order.CurrentProfit(>2f){
42                     context.CloseOrder(order);
43                 }
44             }
45         }
46     }
47 }
48
49 }
```

Εικόνα 4.2-5 Κώδικας στρατηγικής #2

Τρέχουμε την στρατηγική πατώντας το κουμπί Backtest, και βλέπουμε στα Results τις συναλλαγές που έγιναν:

#	Time	Type	Order Price	Size	Profit/Loss	Balance	Equity
57817662	12/16/2019 6:30:...	Buy	134.33	\$ 99.75	-	-	\$ 99.75
50443649	12/16/2019 7:00:...	Buy	132.46	\$ 99.75	-	-	\$ 199.5
16431780	12/16/2019 7:30:...	Buy	131.62	\$ 99.75	-	-	\$ 299.25
57817662	2/28/2020 10:00:...	Sell	226.02	\$ 99.75	\$ 67.66	\$ 868.16	\$ 335.668
50443649	2/28/2020 10:00:...	Sell	226.02	\$ 99.75	\$ 70.04	\$ 1037.95	\$ 170.216
16431780	2/28/2020 10:00:...	Sell	226.02	\$ 99.75	\$ 71.12	\$ 1208.82	-
					\$ 208.82	\$ 1208.82	

Εικόνα 4.2-6 Αποτελέσματα εκτέλεσης στρατηγικής #2

Είχαμε κέρδος \$208.92, και έγιναν συνολικά 3 αγορές. Η στρατηγική μας απέφερε πάνω από 20% κέρδος σε διάστημα 4 μηνών.

5 Επίλογος

Στόχος της πτυχιακής εργασίας αυτής ήταν η υλοποίηση μιας εφαρμογής για εκτέλεση αυτόματων αλγοριθμικών συναλλαγών. Στην συνέχεια δημιουργήσαμε 2 στρατηγικές που σε μικρό χρονικό διάστημα απέφεραν κέρδος, ακόμα και 20%. Εάν εκτελέσουμε τις στρατηγικές που δημιουργήσαμε σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, πολύ πιθανό οι στρατηγικές να μην απέφεραν κέρδος, αλλά ζημιά.

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, το ποσοστό των συναλλαγών που γινόντουσαν με algo-trading σε όλα τα χρηματιστήρια παγκοσμίως ήταν κοντά στο 15%. Το 2018, νέα έρευνα έδειξε πως το ποσοστό των αλγοριθμικών συναλλαγών στα τελευταία 15 χρόνια, έχει ανέβει στο 80%, άρα ο ανταγωνισμός είναι μεγάλος, και μεγαλώνει συνεχώς.

Συνεπώς ενώ ο κόσμος του algo-trading είναι ελκυστικός, απλές στρατηγικές που κάνουν χρήση τεχνικούς δείκτες δεν θα μπορούσαν να είναι κερδοφόρες χωρίς συνεχείς βελτιώσεις παρατηρώντας την κατάσταση των αγορών, είτε κρυπτονομισμάτων, είτε μετοχών. Ενώ είναι εύκολο να εξετάσουμε διαγράμματα μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και να δημιουργήσουμε στρατηγικές μετά την μελέτη του διαγράμματος, είναι δύσκολο να δημιουργήσουμε στρατηγικές που θα είναι κερδοφόρες και θα αποδίδουν σε αγορές με άγνωστη τάση όπου δεν γνωρίζουμε την πορεία της αγοράς.

Οι προηγούμενες επιδόσεις δεν εγγυώνται μελλοντικά αποτελέσματα.

6 Βιβλιογραφία

Έρευνες και πτυχιακές εργασίες:

William Brock, Josef Lakonishok, Blake LeBaron (1992): “Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns”

Thomas Gehrig, Lukas Menkhoff (2006): “Extended evidence on the use of technical analysis in foreign exchange”

Kuang, P. and Schroder, M. and Wang Q. (2014): “Illusory profitability of technical analysis in emerging foreign exchange markets”

Cheol Ho Park, Scott H. Irwin (2007): “What do we know about the profitability of technical analysis?”

Jobman, Darrell R. (1995): “The handbook of technical analysis: a comprehensive guide to analytical methods, trading systems and technical indicators”

Alsubaie, Y., Hindi, K.E., and Alsalman, H. (2019): “Cost-Sensitive Prediction of Stock Price Direction: Selection of Technical Indicators”

Huang, Jing-Zhi, Huang, William, and Ni, Jun (2019): “Predicting bitcoin returns using high-dimensional technical indicators”

Christopher J. Neely, David E. Rapach, Jun Tu, and Guofu Zhou (2014): “Forecasting the Equity Risk Premium: The Role of Technical Indicators”

Ιστοσελίδες:

Algo-trading

<https://www.investopedia.com/articles/active-trading/101014/basics-algorithmic-trading-concepts-and-examples.asp>

Technical Indicators

<https://www.investopedia.com/terms/i/indicator.asp>

https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Technical_indicators

Embedded scripting in .NET

<https://github.com/oleg-shilo/cs-script/wiki>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.