

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εργαλεία λογισμικού για αξιολόγηση και βελτίωση ποιότητας κώδικα**

**Φοίβος Γ. Παπαπαναγιωτάκης Μπουσύ**

Α.Μ.: 3823

**Επιβλέπων: Αντώνιος Σαββίδης,** Καθηγητής Επιστήμης Υπολογιστών

**ΑΘΗΝΑ**

**ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2021**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η κατασκευή ενός επεκτάσιμου συστήματος για την ανίχνευση code smell[[1]](#footnote-1) σε προγράμματα γραμμένα στην γλώσσα C++. Το σύστημα οφείλει να εντοπίζει ενδείξεις κακού και δυσανάγνωστου κώδικα και να τις παρουσιάζει στον χρήστη με όσο το δυνατό πιο κατανοητά μηνύματα και στατιστικά. Επιπρόσθετα το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει εύκολη επέκταση στο επίπεδο ανίχνευσης των code smell καθώς και στον οραματισμό τους.

Για την διεκπεραίωση της εργασίας ασχοληθήκαμε με θεωρητικά προβλήματα όπως το τι είναι ένα code smell όσο και με τεχνικά προβλήματα όπως την ανίχνευση των code smell, την διεπαφή χρήστη και την επεκτάσιμη φύση του συστήματος .

Τέλος, καταλήγουμε σε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, παρατηρώντας ότι το σύστημα παρουσιάζει αποτελεσματικά στον χρήστη περιοχές κώδικα που χρειάζονται αναθεώρηση, δουλεύει ακόμη και με είσοδο πολύ μεγάλα προγράμματα και είναι επεκτάσιμο σύμφωνα με τις λειτουργικές προδιαγραφές.

Περιεχόμενα

[1 Εισαγωγή 5](#_Toc78937473)

[1.1 Αντικείμενο της εργασίας 5](#_Toc78937474)

[1.2 Διάρθρωση της εργασίας 5](#_Toc78937475)

[2 Θεωρητικό υπόβαθρο 6](#_Toc78937476)

[2.1 Δυσοσμία κώδικα 6](#_Toc78937477)

[3 Περιγραφή Συστήματος 7](#_Toc78937478)

[3.1 Προδιαγραφές 7](#_Toc78937479)

[3.2 Αρχιτεκτονική 7](#_Toc78937480)

[3.3 Υλοποίηση 7](#_Toc78937481)

[3.3.1 Εργαλεία & Βιβλιοθήκες 7](#_Toc78937482)

[3.3.2 Δημιουργία πίνακα συμβόλων με το Clang 7](#_Toc78937483)

[3.3.3 Δυναμική εγκατάσταση των ανιχνευτών δυσοσμίας 7](#_Toc78937484)

[3.3.4 Ανιχνευτές δυσοσμίας 8](#_Toc78937485)

[3.3.5 Διεπαφή χρήστη 10](#_Toc78937486)

[4 Οδηγίες Χρήσης 12](#_Toc78937487)

[4.1 Εγκατάσταση 12](#_Toc78937488)

[4.1.1 Εγκατάσταση του LLVM 12](#_Toc78937489)

[4.1.2 Εγκατάσταση του Symbol Table Export 13](#_Toc78937490)

[4.1.3 Εγκατάσταση του Code Smell Detector 14](#_Toc78937491)

[4.2 Χρήση 14](#_Toc78937492)

[4.3 Επέκταση 14](#_Toc78937493)

[5 Συμπεράσματα 14](#_Toc78937494)

[5.1 Γνωστά προβλήματα 14](#_Toc78937495)

[5.2 Πιθανές βελτιώσεις 14](#_Toc78937496)

[6 Βιβλιογραφία 14](#_Toc78937497)

# 1 Εισαγωγή

## Αντικείμενο της εργασίας

## Διάρθρωση της εργασίας

# Θεωρητικό υπόβαθρο

## Δυσοσμία κώδικα

Μία δυσοσμία κώδικα (code smell) είναι ένα σύμπτωμα είτε κακών σχεδιαστικών επιλογών είτε κακής υλοποίησης [1]. Ενώ μία δυσοσμία κώδικα ενδέχεται να μην αποτελεί δυσχέρεια, είναι, συνήθως, ένδειξη κάποιου βαθύτερου προβλήματος [2].

Δεν υπάρχει απόλυτος ορισμός που να καθορίζει τι είναι δυσοσμία κώδικα και τι όχι, ωστόσο, πολλοί ερευνητές του θέματος συμφωνούν ότι τα παρακάτω είναι δυσοσμίες:

* Συναρτήσεις με υπερβολικό πλήθος παραμέτρων.
* Συναρτήσεις με υπερβολικά literals[[2]](#footnote-2).
* Συναρτήσεις με υπερβολικές τοπικές δηλώσεις.
* Συναρτήσεις με πολλές επαναλήψεις ή branching statements[[3]](#footnote-3)
* Συναρτήσεις με υπερβολικά εμφωλευμένα μπλοκ κώδικα.
* Υπερβολικά μεγάλες συναρτήσεις.
* Αναγνωριστικά πολύ μεγάλου μήκους.
* Αναγνωριστικά που δεν ακολουθούν κάποια τυπογραφική σύμβαση.
* Αναγνωριστικά που δεν εκφράζουν την χρησιμότητα του αντικειμένου το οποίο αναπαριστούν.
* Υπερβολικά μεγάλες γραμμές κώδικα.
* Υπερβολικά μεγάλα αρχεία κώδικα.
* Κυκλική εξάρτηση
* Δομές (classes) ή αρχεία με πολλές εξαρτήσεις.
* Υπερβολικά μεγάλες δομές.
* Δομές που χρησιμοποιούν υπερβολικά συχνά λειτουργίες μιας άλλης δομής.
* Δομές που είναι υπερβολικά μικρές.
* Μεταβλητές που εννοιολογικά πρέπει να ομαδοποιηθούν σε μια δομή αλλά παραμένουν ανεξάρτητες.
* Αντικείμενα με πολλαπλές ευθύνες.
* Διπλότυπος κώδικας
* Υπερβολική χρήση σχολίων

Από τις ειδικές λειτουργίες και χαρακτηριστικά μιας γλώσσας προγραμματισμού μπορούν να προκύψουν καινούργιες δυσοσμίες. Μερικές από αυτές για την γλώσσα C++ είναι:

* Συναρτήσεις και τελεστές που υπερφορτώνονται υπερβολικά συχνά
* Downcasting
* …

Κάποιες από τις δυσοσμίες, εκ φύσεως, είναι εύκολες στην ανίχνευση από έναν προγραμματιστή ή έναν αναλυτή πηγαίου κώδικα (ή μεταγλωττιστή).

# Περιγραφή Συστήματος

## Προδιαγραφές

## Αρχιτεκτονική

## Υλοποίηση

### Εργαλεία & Βιβλιοθήκες

### Δημιουργία πίνακα συμβόλων με το Clang

### Δυναμική εγκατάσταση των ανιχνευτών δυσοσμίας

### Ανιχνευτές δυσοσμίας

Παρακάτω βρίσκονται οι ανιχνευτές που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

.

..

.

#### Too many method parameters

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_args | [ 4, 7 ] |

Πίνακας 1: Παράμετροι του ανιχνευτή "Too many method parameters"

Μετράει το πλήθος των παραμέτρων της κάθε μεθόδου στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μία δυσοσμία για κάθε μέθοδο η οποία έχει περισσότερες παραμέτρους από το κάτω άκρο του εύρους max\_args.

#### Too many method literals

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_literals | [ 15, 30 ] |

Πίνακας 2: Παράμετροι του ανιχνευτή "Too many method literals"

Μετράει το πλήθος των σταθερών τιμών της κάθε μεθόδου στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μία δυσοσμία για κάθε μέθοδο η οποία έχει περισσότερες σταθερές τιμές από το κάτω άκρο του εύρους max\_literals.

#### Too many method locals

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_locals | [ 10, 24 ] |

Πίνακας 3: Παράμετροι του ανιχνευτή "Too many method literals"

Μετράει το πλήθος των τοπικών δηλώσεων της κάθε μεθόδου στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μία δυσοσμία για κάθε μέθοδο η οποία έχει περισσότερες τοπικές δηλώσεις από το κάτω άκρο του εύρους max\_locals.

#### Long method`

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_statements | [ 60, 100 ] |
| range | max\_lines | [ 70, 120 ] |

Πίνακας 4: Παράμετροι του ανιχνευτή "Long method"

Μετράει το πλήθος των statement και των γραμμών της κάθε μεθόδου στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μια δυσοσμία για κάθε μέθοδο η οποία έχει περισσότερα statements ή γραμμές από τα αντίστοιχα κάτω άκρα των ευρών. Στην περίπτωση που προκύψει δυσοσμία και από τους δύο ελέγχους, αυτή με την μικρότερη ισχύ απορρίπτεται.

#### Cyclomatic complexity

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_loops | [ 6, 12 ] |
| range | max\_branches | [ 16, 28 ] |

Πίνακας 5: Παράμετροι του ανιχνευτή "Cyclomatic complexity"

Μετράει το πλήθος των επαναλήψεων και των branching statements της κάθε μεθόδου στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μια δυσοσμία για κάθε μέθοδο η οποία έχει περισσότερες επαναλήψεις ή branching statements από τα αντίστοιχα κάτω άκρα των ευρών. Στην περίπτωση που προκύψει δυσοσμία και από τους δύο ελέγχους, αυτή με την μικρότερη ισχύ απορρίπτεται.

#### Excessively long identifier

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_id\_len | [ 25, 45 ] |

Πίνακας 6: Παράμετροι του ανιχνευτή "Excessively long identifier"

Μετράει το πλήθος των χαρακτήρων του κάθε αναγνωριστικού στον πίνακα συμβόλων. Δημιουργείται μία δυσοσμία για κάθε αναγνωριστικό το οποίο έχει περισσότερους χαρακτήρες από το κάτω άκρο του εύρους max\_id\_len.

#### Excessively long line of code

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Τύπος | Όνομα | Ενδεικτική τιμή |
| range | max\_line\_len | [ 130, 190 ] |

Πίνακας 7: Παράμετροι του ανιχνευτή "Excessively long identifier"

Μετράει το πλήθος των χαρακτήρων της κάθε γραμμής κώδικα είτε από source file είτε από header file. Αυτή η καταμέτρηση παραλείπει οποιοδήποτε είδος σχολίου. Δημιουργείται μία δυσοσμία για κάθε γραμμή η οποία έχει περισσότερους χαρακτήρες από το κάτω άκρο του εύρους max\_line\_len.

#### Naming conventions

#### Nested scopes

#### Large class

#### Large file

#### Inappropriate intimacy

#### Non-virtual base destructor

#### Redundant protected access

#### Excessive function overloading

#### Too many dependencies

#### Circular dependency

### Διεπαφή χρήστη

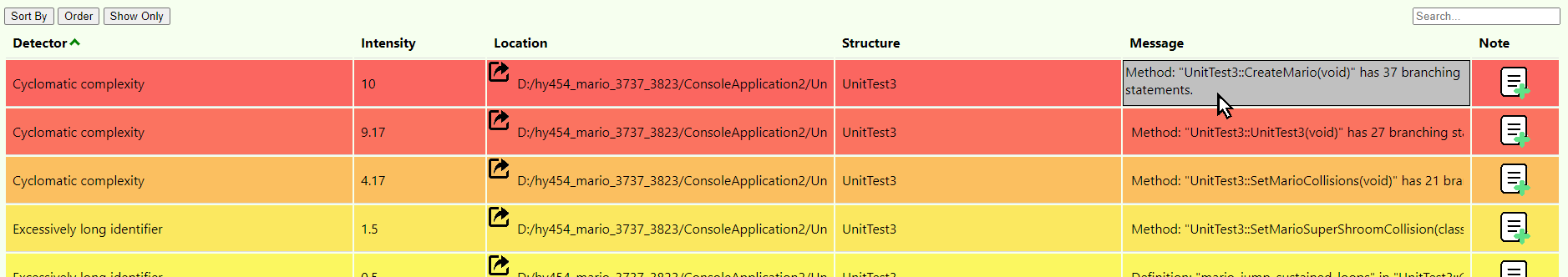
Η διεπαφή χρήστη είναι υλοποιημένη χρησιμοποιώντας το Electron.js. Το Electron.js χρησιμοποιεί το χρησιμοποιεί το chromium engine[[4]](#footnote-4) για να γίνει το render μίας διεπαφής και συνδυάζεται με το node.js για να προσφέρει όλες τις λειτουργίες μίας εφαρμογής desktop.

Η αρχικοποίηση του Electron.js κατορθώνεται με ένα script το οποίο έχει την ευθύνη να δημιουργήσει το παράθυρο της διεπαφής και να θέσει το index.html. Στην συνέχεια ο προγραμματιστής μπορεί να γράψει HTML, CSS και JavaScript κώδικα όπως θα έκανε για έναν περιηγητή ή για το node.js.

Το Code Smell Detector είναι single page application το οποίο σημαίνει ότι έχει ένα μοναδικό αρχείο HTML και ή εναλλαγή μεταξύ καρτελών επιτυγχάνεται με JavaScript κώδικα ο οποίος κρύβει και εμφανίζει διάφορα τμήματα της σελίδας.

Αφού τελειώσει η αρχικοποίηση του backend δημιουργούνται τα μοναδικά αντικείμενα των τριών singleton κλάσεων[[5]](#footnote-5): SmellRenderer, DetectorRenderer, StatsRenderer. Η κάθε μία από αυτές τις κλάσεις σε συνδυασμό με το index.html και αντίστοιχο CSS αρχείο υλοποιεί μία διαφορετική καρτέλα.

#### Καρτέλα λίστας δυσοσμιών



Η καρτέλα λίστας δυσοσμιών υλοποιείται από την κλάση “SmellRenderer”. Η κλάση αυτή έχει μία κύρια συνάρτηση, την render, της οποίας ο ρόλος είναι να δημιουργεί την λίστα των δυσοσμιών και να την εμφανίζει στον χρήστη. Η κλάση κρατάει επίσης πληροφορίες για το φιλτράρισμα της λίστας τις οποίες τις χειρίζεται ο χρήστης μέσω της διεπαφής. Αυτές είναι:

|  |  |
| --- | --- |
| enum | sort\_by |
| enum | order |
| list | shown\_detectors |
| string | text\_filter |

Πίνακας 1: smell renderer filtering data

Τα κουμπιά “Sort By”, “Order” και “Show only” είναι dropdown menus τα οποία έχουν action listeners που επιτρέπουν στον χρήστη να αλλάζει τις μεταβλητές από τον Πίνακα 1. Στην ίδια γραμμή, στα δεξιά, το πεδίο κειμένου “Search” προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα να βάλει κάποιο κείμενο στην μεταβλητή “text\_filter” η οποία σε συνδυασμό με την “shown\_detectors” θα καθορίσει ποιες δυσοσμίες θα εμφανιστούν τελικά στην λίστα.

Στην λίστα, για κάθε δυσοσμία παρουσιάζονται με την ίδια σειρά οι εξής πληροφορίες:

* Ανιχνευτής
* Ένταση δυσοσμίας (δεκαδικός αριθμός μεταξύ 0 και 10)
* Πηγή
  + Αρχείο
  + Γραμμή
  + Στήλη
* Λεπτομερές μήνυμα με πληροφορίες για την δυσοσμία

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να διαβάσει, προσθέσει, διαγράψει ή να επεξεργαστεί μία σημείωση για κάθε δυσοσμία με το εικονίδιο στα δεξιά.

#### Καρτέλα ρυθμίσεων ανιχνευτών

#### Καρτέλα στατιστικών

# Οδηγίες Χρήσης

## Εγκατάσταση

Το σύστημα χρησιμοποιεί αρκετά εργαλεία εκ των οποίων μερικά έχουν πολύπλοκη εγκατάσταση. Παρακάτω βρίσκονται αναλυτικές οδηγίες για την εγκατάσταση κάθε μεγάλου τμήματος του συστήματος. Κάθε τμήμα έχει δικές του εξαρτήσεις οι οποίες αναγράφονται.

### Εγκατάσταση του LLVM

Το Symbol Table Export δημιουργεί ένα πίνακα συμβόλων χρησιμοποιώντας το Clang που είναι το front-end του μεταγλωττιστή LLVM. Παρακάτω βρίσκονται οι οδηγίες εγκατάστασης του LLVM σε Windows 10 με χρήση Visual Studio. Το στάδιο της μεταγλώττισης του LLVM ενδέχεται να διαρκέσει πολλές ώρες και να απαιτήσει έως και 85GB από τον σκληρό δίσκο.

Προαπαιτούμενα:

* [Git](https://git-scm.com/)
* [CMake](https://cmake.org/)

1. Δημιουργείστε ένα καινούργιο φάκελο στον οποίο θα εγκατασταθεί ο LLVM.
2. Χρησιμοποιώντας το τερματικό:
   1. Μεταβείτε σε αυτό τον φάκελο ( $ cd C:\... )
   2. Τρέξτε την εντολή:

$ git clone --config core.autocrlf=false <https://github.com/llvm/llvm-project.git>

* 1. Μεταβείτε στον φάκελο που έχει δημιουργηθεί ( $ cd llvm-project)
  2. Τρέξτε την εντολή:

cmake -DLLVM\_ENABLE\_PROJECTS=clang -G "Visual Studio 16 2019" -A x64 -Thost=x64 llvm

1. Ανοίξτε το llvm-project\build\LLVM.sln χρησιμοποιώντας την ίδια έκδοση του Visual Studio που χρησιμοποιήσατε στο cmake (π.χ. VS 2019).
2. Από το Visual Studio:
   1. Από την πάνω μπάρα επιλέξτε configuration Release & x64
   2. Δεξιά από το Solution Explorer ανοίξτε τον φάκελο CMakePredefinedTargets
   3. Πατήστε με δεξί κλικ πάνω στο “ALL\_BUILD”, επιλέξτε properties και στο General > C++ Language Standard επιλέξτε το “ISO C++ 17 Standard”. Κάνετε αποθήκευση και βγαίνετε από τα properties.
   4. Πατήστε πάλι με δεξί κλικ πάνω στο “ALL\_BUILD” και πατήστε build ( η μεταγλώττιση του LLVM μπορεί να πάρει 3-7 ώρες).
   5. Τέλος το μήνυμα “build success” θα σας ενημερώσει για την επιτυχής μεταγλώττιση.

### Εγκατάσταση του Symbol Table Export

Το Symbol Table Export είναι ένα C++ πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τον LLVM για να μεταγλωττίσει και να αντλήσει πληροφορίες από το εξεταζόμενο πρόγραμμα τις οποίες στη συνέχεια θα τις αποθηκεύσει σε έναν πίνακα συμβόλων που θα χρησιμοποιηθεί αργότερα από τον Code Smell Detector. Παρακάτω βρίσκονται οι οδηγίες εγκατάστασής του στο Visual Studio.

Προαπαιτούμενα:

* LLVM
* πρόσβαση στο [PhivPap/Code-Smell-Detector (github.com)](https://github.com/PhivPap/Code-Smell-Detector)
* (προαιρετικά [vcpkg](https://vcpkg.io/en/index.html))

1. Εγκατάσταση του jsoncpp

* Εάν το vcpkg είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή, η εγκατάσταση γίνεται μέσο της εντολής: $ vcpkg install jsoncpp:x64-windows
* Αλλιώς, η διαδικασία εγκατάστασης υπάρχει εδώ: [open-source-parsers/jsoncpp: A C++ library for interacting with JSON. (github.com)](https://github.com/open-source-parsers/jsoncpp).

1. Χρησιμοποιώντας το τερματικό, τρέξτε την παρακάτω εντολή στην περιοχή που θέλετε να εγκαταστήσετε το σύστημα:

$ git clone <https://github.com/PhivPap/Code-Smell-Detector>

1. Χρησιμοποιώντας την ίδια έκδοση του Visual Studio με την οποία μεταγλωττίσατε το LLVM δημιουργήστε ένα άδειο C++ project.
2. Με το “Solution Explorer” προσθέστε στο project όλα τα αρχεία κώδικα που βρίσκονται κάτω από τον φάκελο “\GraphGenerator\”.
3. Από τις ιδιότητες (properties) του project:
   * Στην κατηγορία C/C++ > Additional Include Directories προσθέστε τα path:
     1. Για τους φακέλους κάτω από το “\GraphGenerator\” που περιέχουν header files.
     2. “path to”\llvm\llvm\include
     3. “path to”\llvm\clang\include
     4. “path to”\llvm\build\include
     5. “path to”\llvm\build\tools\clang\include
     6. Για το include directory του jsoncpp ( εάν αυτό είναι εγκατεστημένο με το vcpkg τότε είναι: “path to”\vcpkg\installed\x64-windows\include )
   * Linker > General > Additional Library Directories. Add the path where the .lib files of llvm-project are located (\llvm project\build\Debug\lib)
   * Linker > Input > Additional Dependencies. Add the .lib files of llvm-project. Add the version.lib and jsoncpp.lib too.
   * ……

### Εγκατάσταση του Code Smell Detector

## Χρήση

## Επέκταση

# Συμπεράσματα

## Γνωστά προβλήματα

## Πιθανές βελτιώσεις

# Βιβλιογραφία

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | M. Fowler, K. Beck, J. Brant, W. Opdyke και D. Roberts, σε *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*, Addison-Wesley, 1999. |
| [2] | M. Fowler, «Martin Fowler,» 9 February 2006. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://martinfowler.com/bliki/CodeSmell.html. [Πρόσβαση 31 July 2021]. |
| [3] | K. Busbee, «Branching Statements,» Rebus Press, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://press.rebus.community/programmingfundamentals/chapter/branching-statements/. [Πρόσβαση 1 August 2021]. |

1. code smell: τα συμπτώματα είτε κακών σχεδιαστικών επιλογών είτε κακής υλοποίησης. [1] [↑](#footnote-ref-1)
2. Literal: σταθερές τιμές στο πρόγραμμα (πχ. true, 2, “str”). [↑](#footnote-ref-2)
3. Branching statement: μία εντολή η οποία μπορεί να αλλάξει την ροή του προγράμματος [3]. [↑](#footnote-ref-3)
4. Chromium engine: --------------- [↑](#footnote-ref-4)
5. Singleton class: είναι μία κλάση της οποίας θα υπάρχει μόνο ένα μοναδικό στιγμιότυπο. [↑](#footnote-ref-5)