
Προσπάθεια 2. Απόσταση στα free == Απόσταση σε άλλα χαρακτηριστικά σε επίπεδο κρατών;

Κώστας Παπαδόπουλος

Πειραιάς, 2030

Contents

1	Περιγραφή	2
2	Δεδομένα	2
2.1	Πηγές δεδομένων	2
2.2	Επιλογή δεδομένων	4
3	Πειράματα	4
4	Αποτελέσματα	4
4.1	Πείραμα 1	5
4.2	Πείραμα 2	6
4.3	Πείραμα 3	6
4.4	Πείραμα 4	8
5	Προτάσεις	9
6	Ένθετο	9

1 Περιγραφή

Σε αυτό το σημείο θα γίνει η περιγραφή του τι προσπαθήσαμε να κάνουμε σε αυτό το βήμα. Η υπόθεση που θα προσπαθήσουμε να δούμε αν ισχύει είναι πολύ απλή και λογική ταυτόχρονα. **"Αν μοιάζουμε, τότε πρέπει να μας μεταχειρίζονται με παρόμοιο τρόπο."** Ισχύει κάτι τέτοιο στο ETS;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα κάνουμε μία πολύ απλουστευτική παραδοχή. Το ότι χώρες με παρόμοιο κατά κεφαλήν ακαθάριστο προϊόν, πληθωρισμό, πληθυσμό, παροχή ενέργειας και αναλογίες στο ακαθάριστο προϊόν "μοιάζουν". Επομένως, θα ορίσουμε 2 διάνυσματα για κάθε χώρα i :

$$\chi\omega\rho\alpha_i = \langle GDP_PC_i, inflation_i, population_i, total_energy_supply_i \rangle$$

$$\chi\omega\rho\alpha1_i = \langle GDP_PC_i, inflation_i, population_i, total_energy_supply_i \rangle$$

$$\chi\omega\rho\alpha2_i = \langle GDP_PC_i, inflation_i, population_i, total_energy_supply_i, \\ verified_emissions_i, GDP_Agricultural_i, GDP_Industrial_i, GDP_Manufacturing_i \rangle$$

Από εκεί, θα υπολογίσουμε τη νόρμα 2 (Ευκλείδεια απόσταση των σημείων) από κάθε χώρα προς κάθε άλλη χώρα.

$$distance_simulated_{i,j} = \|\chi\omega\rho\alpha2_i - \chi\omega\rho\alpha2_j\|_2$$

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε τις αποστάσεις οι οποίες προκύπτουν κάπως έτσι για το 2015, για το διάνυσμα χώρα2 (όπως φαίνεται στους πίνακες 1,2,3 στο ένθετο (οι πίνακες χρησιμοποιούνται ως διαγώνιοι πίνακες, όμως εδώ δεν είχε τόσο νόημα αυτό, καθώς δεν χωρά σε μία σελίδα)).

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τον αριθμό των δωρεάν αδειών που έχουν λάβει αυτές οι χώρες. Με σκοπό να υπολογίσουμε τη δεύτερη απόστασή τους.

$$distance2_{i,j} = \|free_i - free_j\|_2$$

Τέλος, προσπαθούμε να δούμε αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ αυτών των αποστάσεων.

2 Δεδομένα

2.1 Πηγές δεδομένων

Ας δούμε λίγο πιο αναλυτικά όλα τα δεδομένα:

- Total energy supply.
 - Source: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s_1/default/table?lang=en
 - Year: 2011 - 2020
 - Unit: Thousand tonnes of oil equivalent
- Inflation.
 - Source: <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG>
 - Year: 1960-2021
 - Unit: %

Σημαντική παρατήρηση: Αυτή η τιμή δε λογαριθμήθηκε όταν λογαριθμήθηκαν οι άλλες.

- GDP per capita.
 - Source: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>
 - Year: 1960 - 2021
 - Unit: US\$
- Population.
 - Source: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
 - Year: 2011 - 2021
 - Unit: Persons
- Verified emissions.
 - Source: EU ETS Database
 - Table: eutl_compliance
 - Column: verified
- Free Allowances.
 - Source: EU ETS Database
 - Table: eutl_compliance
 - Column: freeAlloc
- Agriculture.
 - Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
 - Year: 2020
 - Unit: Billions USD * Argicultural percentage.

Σημαντική παρατήρηση: Για αυτό το δεδομένο χρησιμοποιήθηκε η τιμή του 2020, όχι του 2015.

- Industry.
 - Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
 - Year: 2020
 - Unit: Billions USD * Industry percentage.

Σημαντική παρατήρηση: Για αυτό το δεδομένο χρησιμοποιήθηκε η τιμή του 2020, όχι του 2015.

- Manufacturing.
 - Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
 - Year: 2020
 - Unit: Billions USD * Manufacturing percentage.

Σημαντική παρατήρηση: Για αυτό το δεδομένο χρησιμοποιήθηκε η τιμή του 2020, όχι του 2015.

2.2 Επιλογή δεδομένων

Το πρώτο διάνυσμα αποτελείται από

- Τον πληθυσμό.
- Τον πληθωρισμό.
- Το κατά κεφαλήν ακαθάριστο προϊόν.
- Το σύνολο της διαθέσιμης ενέργειας στη χώρα.

Παράλληλα το δεύτερο διάνυσμα έχει όλα τα παραπάνω και επιπλέον:

- Verified Emissions.
- Ακαθάριστο προϊόν το οποίο σχετίζεται με Γεωργικές διαδικασίες.
- Ακαθάριστο προϊόν το οποίο σχετίζεται με Βιομηχανίες.
- Ακαθάριστο προϊόν το οποίο σχετίζεται με Κατασκευαστικά έργα.

Μερικά ενδιαφέροντα στοιχεία είναι τα παρακάτω.

Αρχικά, δε χρησιμοποιήσαμε δεδομένα τα οποία να σχετίζονται με τις υπηρεσίες ως εκατομμύρια του ακαθάριστου προϊόντος της κάθε χώρας, καθώς αυτή η παράμετρος πρέπει να έχει πολύ μικρή συσχέτιση με τους ρύπους του διοξειδίου.

Στο δεύτερο διάνυσμα μπήκαν πολλές τιμές οι οποίες έχουν να κάνουν με το μέγεθος της παραγωγής, αλλά και με πολλές απόλυτες τιμές του ακαθάριστου προϊόντος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το να τονίζεται ακόμα περισσότερο η διαφορά της Γερμανίας αλλά και των υπόλοιπων πιο ανεπτυγμένων χωρών με τις υπόλοιπες.

3 Πειράματα

Ουσιαστικά κάναμε 3 πειράματα με αυτά τα δεδομένα.

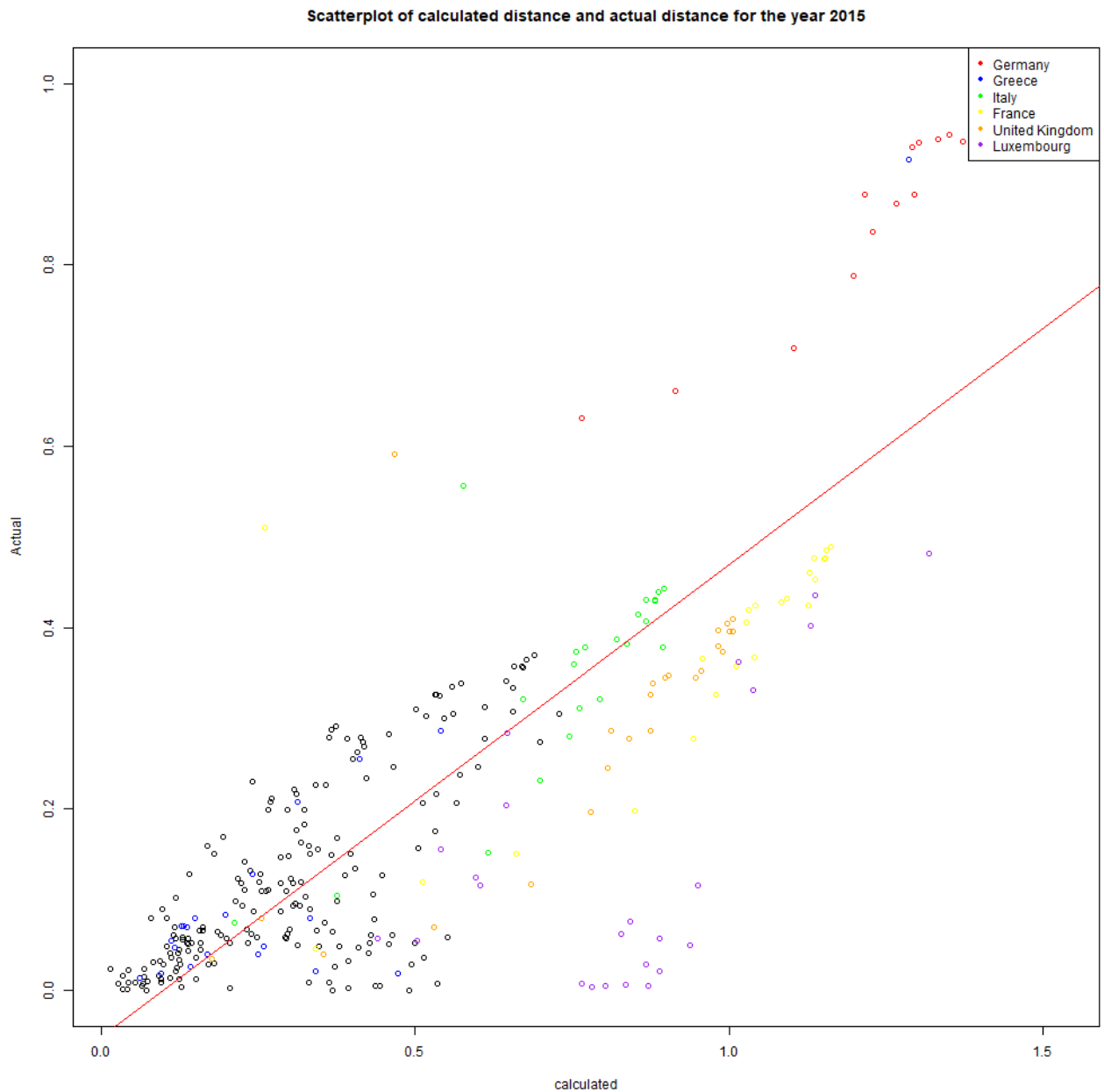
1. Χώρες που μοιάζουν είναι όντως κοντά σε δωρεάν άδειες; (spoiler ναι.)
2. Εάν επαναλάβουμε τους υπολογισμούς για διαφορετικές χρονιές, τα αποτελέσματα παραμένουν ίδια ή υπάρχει διακύμανση; (spoiler παραμένουν ίδια.) Σε αυτήν την ερώτηση περιμέναμε από πριν πως η απάντηση θα είναι "παραμένουν ίδια" καθώς καμία από τις τιμές που έχουν στη διάθεσή μας δεν αλλάζει σημαντικά και το μέγεθος με το οποίο συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας παραμένει επίσης αρκετά σταθερό.
3. Τι θα συμβεί αν βάλουμε περισσότερες πληροφορίες οι οποίες να περιγράφουν καλύτερα τις διαφορές χωρών με μεγαλύτερη οικονομική δύναμη; Θα μειωθεί η απόκλιση; (spoiler ναι.)
4. Εφόσον Η Γερμανία είναι σαν να παίζει άλλο παιχνίδι, αντί να συμμετέχει στην ίδια διαδικασία, θα είχε νόημα να λογαριθμίσουμε όλα τα δεδομένα, προκειμένου να αποκτήσει περισσότερη ανάλυση στις χαμηλές τιμές και να έρθει σε πιο "γήινες" τιμές η Γερμανία. Αν το κάνουμε αυτό, η γραμμική σχέση στέκει; (spoiler Πλέον είναι σαφές πως η σχέση δεν είναι τόσο γραμμική όσο φαινόταν.)

4 Αποτελέσματα

Σε όλα τα ακόλουθα διαγράμματα κάθε σημείο απεικονίζει ένα ζευγάρι χωρών. Ο οριζόντιος άξονας δείχνει το πώς μετρήθηκε η απόσταση αυτών των δύο χωρών, ενώ ο κατακόρυφος άξονας δείχνει την ίδια απόσταση στο πόσες δωρεάν άδειες έλαβαν οι χώρες αυτές. Οι χώρες οι οποίες εμφανώς έχουν διαφορετική συμπεριφορά από το γενικό σύνολο έχουν τα δικά τους χρώματα.

4.1 Πείραμα 1

Το πρώτο πείραμα έχει το παρακάτω αποτέλεσμα για το 2015:



Παρατηρήσεις:

- Η πρώτη παρατήρηση είναι πως τα δεδομένα δείχνουν να έχουν μία σχεδόν γραμμική σχέση, με μερικές εξαιρέσεις, όπως το Λουξεμβούργο, τη Γερμανία και τη Γαλλία.
- Ακόμα και έτσι, οι χώρες οι οποίες παρεκκλίνουν μοιάζουν σαν να υπακούν μία δική τους γραμμική σχέση με παρόμοια κλίση, αλλά διαφορετική dc συνιστώσα. Το οποίο σημαίνει πως δεν έχουν καταφέρει με τα δεδομένα

μας να μαζέψουμε όση πληροφορία χρειάζεται ή πως υπάρχει εγγενώς μία αδικία και η Γερμανία είναι μονίμως ευνοημένη ενώ το Λουξεμβούργο είναι συνεχώς αδικημένο.

4.2 Πείραμα 2

Εδώ δοκιμάζουμε για να δούμε αν υπάρχει κάποια σημαντική αλλαγή μέσα στα χρόνια από το 2014 μέχρι το 2019.

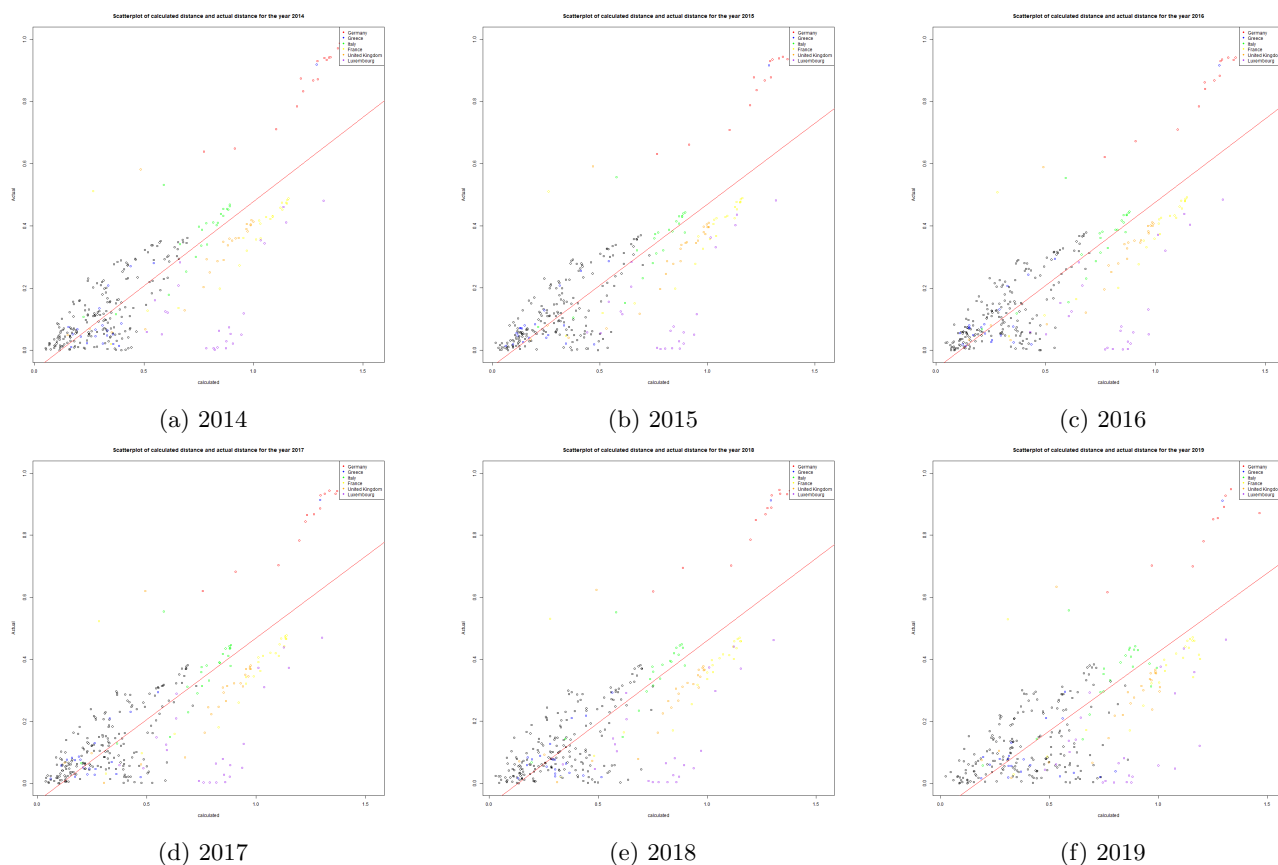
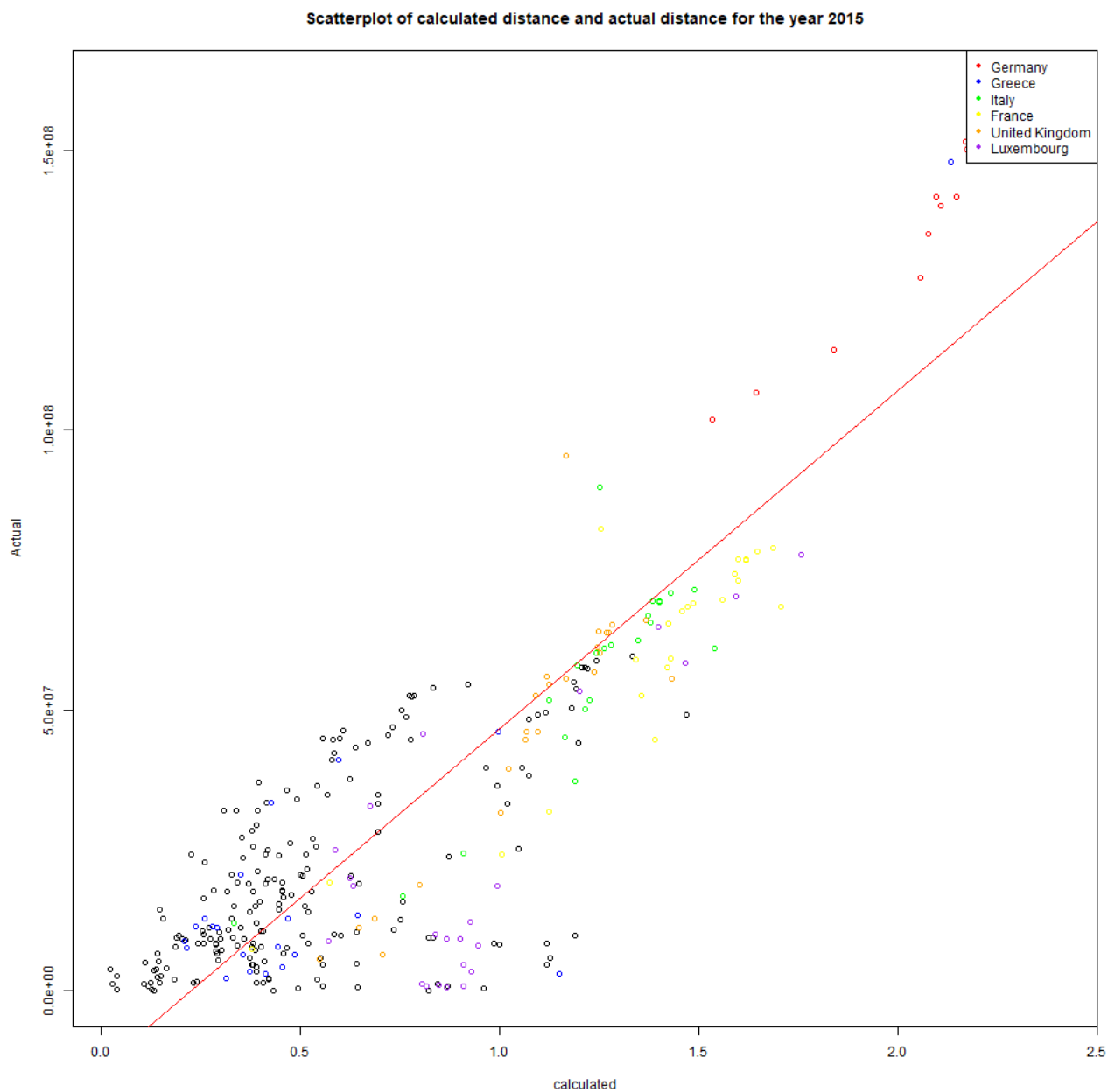


Figure 1: Συγκριτικό διάγραμμα για το πείραμα 2

4.3 Πείραμα 3

Όπως είδαμε ήδη στο πείραμα 1, ή υπάρχει κάποια εγγενής αδικία ή χρειαζόμαστε περισσότερα δεδομένα, τα οποία να κάνουν τις αποστάσεις των χωρών πιο αντιπροσωπευτικές. Για να το πετύχουμε αυτό, συμπεριλάβαμε περισσότερα δεδομένα, τα οποία να μπορούν να δείξουν τη βασική διαφορά μεταξύ του λουξεμβούργου και της Γερμανίας. Τη διαφορά στην κλίμακα της οικονομίας για την οποία μιλάμε. Έτσι βάλαμε 3 μεγέθη τα οποία έχουν να κάνουν και με την ανάπτυξη της οικονομίας αλλά και με τον καταμερισμό της οικονομίας σε διαφορετικούς κλάδους. Φροντίσαμε επίσης, όλα τα νέα στοιχεία να σχετίζονται άμεσα με την παραγωγή διοξειδίου, οπότε για παράδειγμα οι υπηρεσίες της κάθε χώρας αφείθηκαν εκτός. Επίσης, γνωρίζουμε από πριν πως αυτό το μείγμα χαρακτηριστικών δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στο μέγεθος της οικονομίας. Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω:

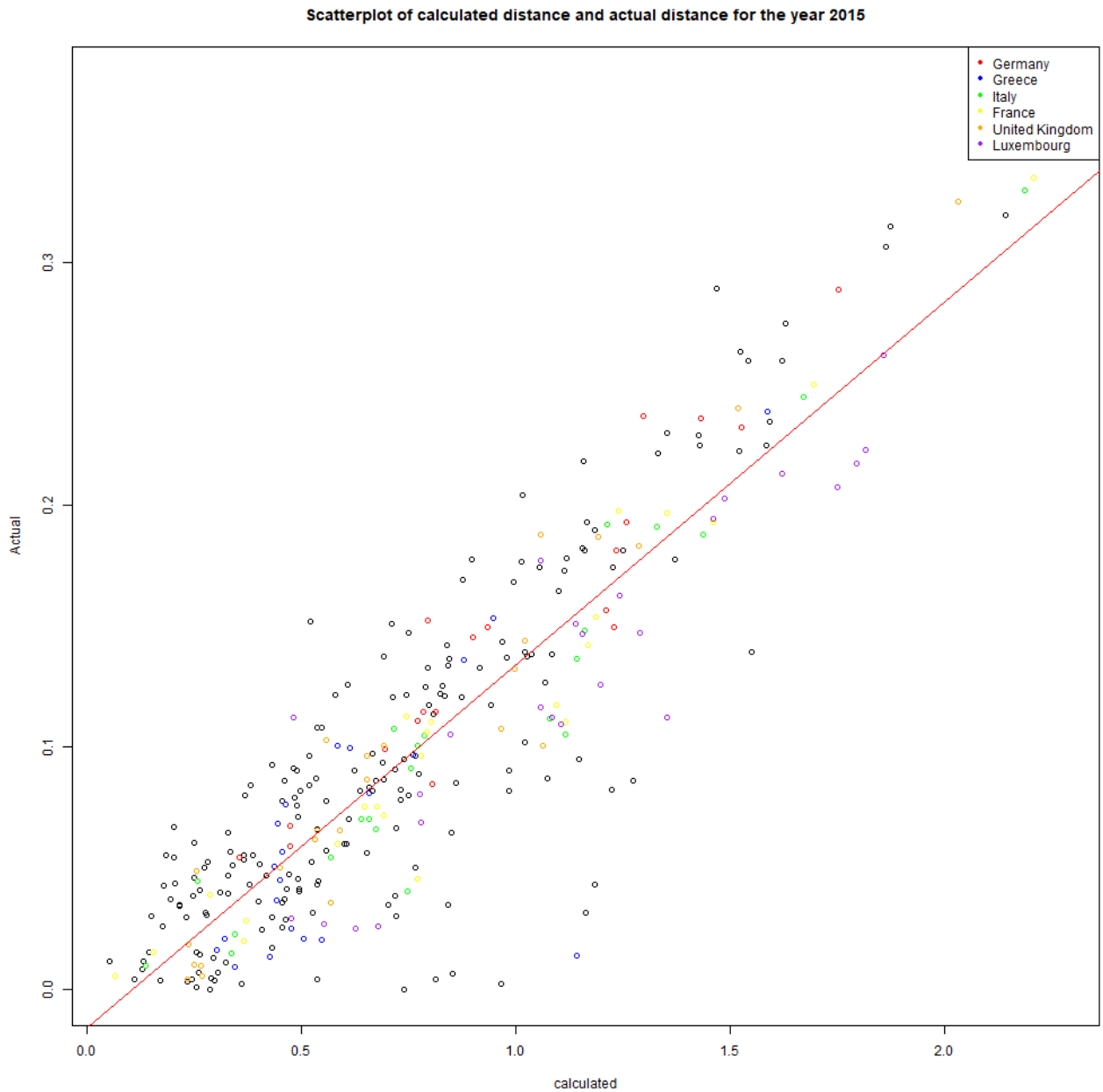


Παρατηρήσεις:

- Παρατηρούμε πως όλες οι χώρες έχουν έρθει πιο κοντά στη γραμμή. Όμως αυτό έχει να κάνει περισσότερο με το ότι η Γερμανία βρέθηκε πιο μακριά από τις υπόλοιπες, με αποτέλεσμα να "μειώνεται η ανάλυση" στις μικρότερες χώρες. Συνεπώς, παρόλο που όλα δείχνουν να είναι πιο κοντά στη γραμμή, στην πραγματικότητα απλώς έχουμε "ξεζουμάρει" και το γράφημα είναι παρόμοιο με πριν.
- Η προηγούμενη παρατήρηση βέβαια δεν αναιρεί το γεγονός ότι αυτό το μοντέλο όντως καταφέρνει να περιγράψει καλύτερα την Γερμανία. Απλώς χάνει σε όλες τις υπόλοιπες χώρες.

4.4 Πείραμα 4

Βλέποντας την αποτυχία του προηγούμενου μοντέλου, θα προσπαθήσουμε να λογαριθμίσουμε τα πάντα, ώστε να έχουμε περισσότερη ανάλυση στις χαμηλές τιμές και να φέρουμε τη Γερμανία σε πιο χαμηλές τιμές. Έτσι προκύπτει το παρακάτω:



Παρατηρήσεις:

- Black Magic.
- Πέρα από την πλάκα, είναι σαφές πως εδώ όλα έχουν έρθει αρκετά πιο κοντά όλες οι τιμές. Επομένως, οι

ίδιες αποκλίσεις με πριν πλέον σηματοδοτούν ακόμα μεγαλύτερη πραγματική απόσταση. Όμως το αποτέλεσμα δείχνει πως κάποια μορφή τέτοιες "δικαιοσύνης" υπάρχει όντως.

5 Προτάσεις

Αρχικά για να επαναλάβει κάποιος τα πειράματα αυτά θα χρειαστεί την βάση EU ETS και αυτό εδώ το github: https://github.com/kwpap/Diplomatiki_kwpap_step_1

- Καλύτερη επιλογή διανυσμάτων.
- Βάρη στην κάθε τιμή του κάθε διανύσματος. Εδώ πρέπει βέβαια να δοθεί προσοχή για να αποφύγουμε το overfitting.
- Συζήτηση για μελλοντικά ενδιαφέροντα πράγματα που μπορούν να γίνουν.
- Θα ήταν ενδιαφέρον αν σε ένα δεύτερο επίπεδο δε μιλούσαμε πλέον για αποστάσεις, αλλά για απόλυτα νούμερα. Ανεξαρτήτως χώρας και πλέον η αναζήτηση είχε ως σκοπό να βρει τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία μπορούν να αυξήσουν τις δωρεάν άδειες μίας χώρας.

6 Ένθετο

Παρακάτω φαίνονται τα χαρακτηριστικά των γραμμικών παλινδρομήσεων:

Test	Slope	intercept	Multiple R^2	Adjusted R^2	p-value
2014	0.54185	-0.06402	0.6968	0.6958	< 2.2e-16
2015	0.52049	-0.05067	0.6823	0.6813	< 2.2e-16
2016	0.53501	-0.05890	0.6916	0.6906	< 2.2e-16
2017	0.52720	-0.05817	0.6752	0.6742	< 2.2e-16
2018	0.52966	-0.06977	0.6625	0.6615	< 2.2e-16
2019	0.50753	-0.08467	0.6008	0.5996	< 2.2e-16
2015 all data	60298846	-13563147	0.7886	0.788	< 2.2e-16
2015 all data + log	0.149767	-0.015708	0.7977	0.7971	< 2.2e-16

Στα γραφήματα 2 φαίνονται κάποιες από τις διαφορές των χωρών σε μία κλίμακα στην οποία το μπλε είναι η μικρότερη απόσταση και το κόκκινο είναι η μεγαλύτερη απόσταση.

	Austria	Belgium	Bulgaria	Croatia	Cyprus	Denmark	Estonia	Finland	France	Germany
Austria	0.00	0.18	0.49	0.64	1.12	0.26	0.83	0.17	0.69	0.77
Belgium	0.18	0.00	0.49	0.55	1.02	0.20	0.75	0.23	0.77	0.81
Bulgaria	0.49	0.49	0.00	0.40	0.79	0.54	0.49	0.47	1.09	1.21
Croatia	0.64	0.55	0.40	0.00	0.52	0.50	0.33	0.56	1.19	1.26
Cyprus	1.12	1.02	0.79	0.52	0.00	0.98	0.33	1.06	1.70	1.75
Denmark	0.26	0.20	0.54	0.50	0.98	0.00	0.75	0.19	0.74	0.80
Estonia	0.83	0.75	0.49	0.33	0.33	0.75	0.00	0.80	1.46	1.53
Finland	0.17	0.23	0.47	0.56	1.06	0.19	0.80	0.00	0.68	0.78
France	0.69	0.77	1.09	1.19	1.70	0.74	1.46	0.68	0.00	0.29
Germany	0.77	0.81	1.21	1.26	1.75	0.80	1.53	0.78	0.29	0.00
Greece	0.48	0.44	0.55	0.46	0.95	0.30	0.77	0.32	0.78	0.88
Hungary	0.25	0.33	0.30	0.54	1.02	0.36	0.73	0.22	0.80	0.93
Ireland	0.72	0.85	0.85	1.18	1.55	0.97	1.22	0.84	1.12	1.23
Italy	0.67	0.75	1.08	1.16	1.67	0.72	1.44	0.66	0.07	0.26
Latvia	0.79	0.71	0.49	0.18	0.37	0.66	0.23	0.71	1.35	1.43
Lithuania	0.61	0.52	0.41	0.05	0.54	0.46	0.34	0.54	1.17	1.23
Luxembourg	1.14	1.06	0.85	0.78	0.55	1.11	0.48	1.15	1.81	1.86
Malta	1.52	1.47	1.16	1.16	0.86	1.52	0.84	1.54	2.21	2.27
Netherlands	0.38	0.43	0.77	0.83	1.33	0.38	1.10	0.33	0.37	0.47
Poland	0.40	0.46	0.76	0.84	1.35	0.43	1.11	0.36	0.37	0.47
Portugal	0.21	0.25	0.32	0.47	0.97	0.26	0.69	0.15	0.79	0.90
Romania	0.30	0.43	0.49	0.73	1.23	0.46	0.94	0.29	0.65	0.81
Slovenia	0.61	0.52	0.37	0.21	0.52	0.52	0.24	0.58	1.24	1.30
Spain	0.65	0.72	1.02	1.08	1.59	0.66	1.37	0.60	0.15	0.36
Sweden	0.13	0.26	0.56	0.69	1.18	0.28	0.92	0.14	0.58	0.69
United Kingdom	0.53	0.57	0.97	1.02	1.52	0.56	1.29	0.54	0.27	0.25

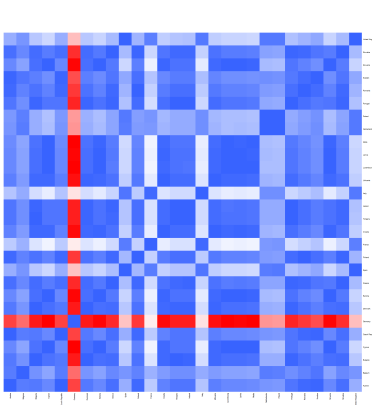
Table 1: Distance between countries in 2015, part 1

	Greece	Hungary	Ireland	Italy	Latvia	Lithuania	Luxembourg	Malta	Netherlands	Poland
Austria	0.48	0.25	0.72	0.67	0.79	0.61	1.14	1.52	0.38	0.40
Belgium	0.44	0.33	0.85	0.75	0.71	0.52	1.06	1.47	0.43	0.46
Bulgaria	0.55	0.30	0.85	1.08	0.49	0.41	0.85	1.16	0.77	0.76
Croatia	0.46	0.54	1.18	1.16	0.18	0.05	0.78	1.16	0.83	0.84
Cyprus	0.95	1.02	1.55	1.67	0.37	0.54	0.55	0.86	1.33	1.35
Denmark	0.30	0.36	0.97	0.72	0.66	0.46	1.11	1.52	0.38	0.43
Estonia	0.77	0.73	1.22	1.44	0.23	0.34	0.48	0.84	1.10	1.11
Finland	0.32	0.22	0.84	0.66	0.71	0.54	1.15	1.54	0.33	0.36
France	0.78	0.80	1.12	0.07	1.35	1.17	1.81	2.21	0.37	0.37
Germany	0.88	0.93	1.23	0.26	1.43	1.23	1.86	2.27	0.47	0.47
Greece	0.00	0.43	1.14	0.75	0.61	0.45	1.20	1.59	0.45	0.46
Hungary	0.43	0.00	0.74	0.79	0.67	0.53	1.08	1.43	0.50	0.49
Ireland	1.14	0.74	0.00	1.12	1.27	1.16	1.35	1.58	0.98	0.98
Italy	0.75	0.79	1.12	0.00	1.33	1.14	1.79	2.19	0.34	0.34
Latvia	0.61	0.67	1.27	1.33	0.00	0.20	0.68	1.04	1.00	1.01
Lithuania	0.45	0.53	1.16	1.14	0.20	0.00	0.78	1.17	0.81	0.82
Luxembourg	1.20	1.08	1.35	1.79	0.68	0.78	0.00	0.48	1.46	1.49
Malta	1.59	1.43	1.58	2.19	1.04	1.17	0.48	0.00	1.86	1.87
Netherlands	0.45	0.50	0.98	0.34	1.00	0.81	1.46	1.86	0.00	0.13
Poland	0.46	0.49	0.98	0.34	1.01	0.82	1.49	1.87	0.13	0.00
Portugal	0.34	0.11	0.81	0.77	0.62	0.46	1.06	1.43	0.46	0.46
Romania	0.51	0.21	0.70	0.64	0.87	0.72	1.29	1.62	0.42	0.39
Slovenia	0.58	0.53	1.07	1.21	0.25	0.18	0.63	1.03	0.88	0.90
Spain	0.66	0.74	1.15	0.14	1.25	1.07	1.75	2.14	0.30	0.29
Sweden	0.44	0.27	0.77	0.57	0.84	0.67	1.24	1.63	0.28	0.31
United Kingdom	0.65	0.69	1.06	0.23	1.19	1.00	1.62	2.03	0.24	0.25

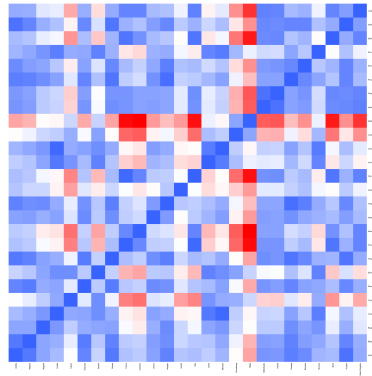
Table 2: Distance between countries in 2015, part 2

	Portugal	Romania	Slovenia	Spain	Sweden	United Kingdom
Austria	0.21	0.30	0.61	0.65	0.13	0.53
Belgium	0.25	0.43	0.52	0.72	0.26	0.57
Bulgaria	0.32	0.49	0.37	1.02	0.56	0.97
Croatia	0.47	0.73	0.21	1.08	0.69	1.02
Cyprus	0.97	1.23	0.52	1.59	1.18	1.52
Denmark	0.26	0.46	0.52	0.66	0.28	0.56
Estonia	0.69	0.94	0.24	1.37	0.92	1.29
Finland	0.15	0.29	0.58	0.60	0.14	0.54
France	0.79	0.65	1.24	0.15	0.58	0.27
Germany	0.90	0.81	1.30	0.36	0.69	0.25
Greece	0.34	0.51	0.58	0.66	0.44	0.65
Hungary	0.11	0.21	0.53	0.74	0.27	0.69
Ireland	0.81	0.70	1.07	1.15	0.77	1.06
Italy	0.77	0.64	1.21	0.14	0.57	0.23
Latvia	0.62	0.87	0.25	1.25	0.84	1.19
Lithuania	0.46	0.72	0.18	1.07	0.67	1.00
Luxembourg	1.06	1.29	0.63	1.75	1.24	1.62
Malta	1.43	1.62	1.03	2.14	1.63	2.03
Netherlands	0.46	0.42	0.88	0.30	0.28	0.24
Poland	0.46	0.39	0.90	0.29	0.31	0.25
Portugal	0.00	0.28	0.48	0.72	0.25	0.65
Romania	0.28	0.00	0.74	0.60	0.25	0.59
Slovenia	0.48	0.74	0.00	1.15	0.69	1.06
Spain	0.72	0.60	1.15	0.00	0.54	0.27
Sweden	0.25	0.25	0.69	0.54	0.00	0.45
United Kingdom	0.65	0.59	1.06	0.27	0.45	0.00

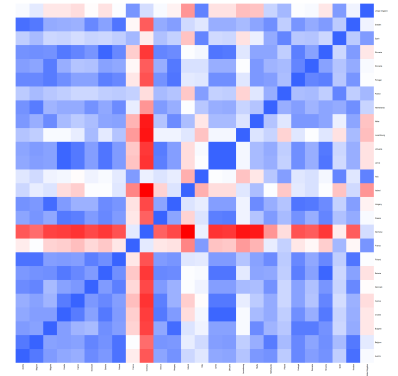
Table 3: Distance between countries in 2015, part 3



(a) Με βάση τα free.



(b) Με βάση το διάνυσμα χώρα₂ και λογαριθμημένα δεδομένα.



(c) Με βάση το διάνυσμα χώρα₁.

Figure 2: Αποστάσεις χωρών σε heatmap