



Συγκριτικά σενάρια και εξαγωγή αποτελεσμάτων

Τα παρακάτω σενάρια δημιουργήθηκαν με σκοπό να κάνουμε σύγκριση μεταξύ δικτύων με χρήση δια-δορυφορικών ζεύξεων ή όχι. Η σύγκριση θα γίνει με τη χρήση της παραμέτρου «χρόνος μετάδοσης». Η παράμετρος υπολογίζεται πολύ εύκολα αφού χρειαζόμαστε μόνο την απόσταση για τη ζεύξη την οποία μελετάμε, και τη ταχύτητα του φωτός που είναι σταθερά. Συγκεκριμένα ο χρόνος μετάδοσης υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Χρόνος μετάδοσης} = \text{Απόσταση} / c \text{ , όπου } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$$

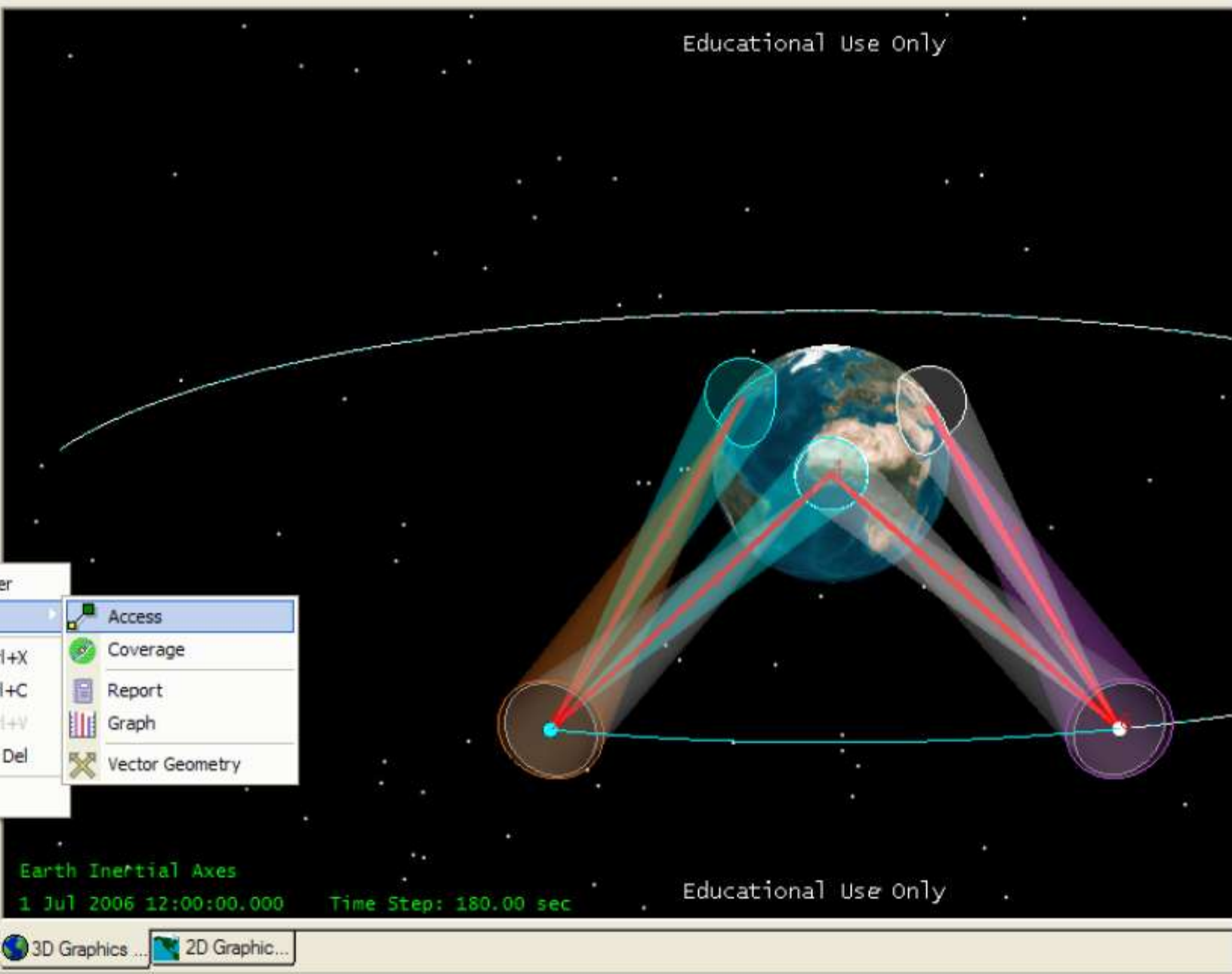
Η διαδικασία που ακολουθείται για να πάρουμε τη τιμή της απόστασης είναι πολύ απλή και βασίζεται σε ότι έχουμε αναφέρει στον οδηγό του STK, στο Κεφάλαιο 4. Συγκεκριμένα, σε κάθε receiver που έχουμε στο σενάριο που μας ενδιαφέρει, κάνουμε δεξί κλικ πάνω του και από τα receiver tools επιλέγουμε την access. Στο παράθυρο που εμφανίζεται, επιλέγουμε από τα Associated Objects τον transmitter που αντιστοιχεί (που στέλνει πληροφορία) στον receiver που έχουμε ήδη επιλέξει. Αφού τον βρούμε, τον επιλέγουμε και πατάμε το πλήκτρο Compute, οπότε και εμφανίζεται ένας αστερίσκος δίπλα στον transmitter.

Object Browser

- GEO_GEO
 - Chain1
 - Facility1
 - Sensor7
 - Receiver4
 - Sensor8
 - Transmitter4
 - Kabul
 - Sensor2
 - Receiver1
 - New_York
 - Sensor1
 - Transmitter1
 - GEO_Kabul
 - Sensor5
 - Receiver3
 - Sensor6
 - Transmitter3
 - GEO_New_York
 - Sensor3
 - Receiver2
 - Sensor4
 - Transmitter

- Properties Browser
- Receiver Tools
 - Cut Ctrl+X
 - Copy Ctrl+C
 - Paste Ctrl+V
 - Delete Del
 - Rename

- Access
- Coverage
- Report
- Graph
- Vector Geometry



Object Browser

- GEO_GEO
 - Chain1
 - Facility1
 - Sensor7
 - Receiver4
 - Sensor8
 - Transmitter4
 - Kabul
 - Sensor2
 - Receiver1
 - New_York
 - Sensor1
 - Transmitter1
 - GEO_Kabul
 - Sensor5
 - Receiver3
 - Sensor6
 - Transmitter3
 - GEO_New_York
 - Sensor3
 - Receiver2
 - Sensor4
 - Transmitter2

Associated Objects

- + Facility1
- + Kabul
- New_York
 - Sensor1
 - *Transmitter1
- + GEO_Kabul

Compute

Remove Access

Remove All

Graphics

☒ Inherit Settings from Scenario

☒ Show Line

☒ Animate Highlight

☒ Static Highlight

Compute Time Period

☒ Use Object Time Periods

☐ Use Scenario Time Period

☐ Specify Time Period

Advanced...

Start: 1 Jul 2006 12:00:00.000 UTC

Stop: 2 Jul 2006 12:00:00.000 UTC

Reports

Access...

AER...

Link Budget...

Custom...

Graphs

Access...

AER...

Custom...

Displays

Dynamic...

Strip Chart...

VO...

Close

Help

Με αυτό τον τρόπο υπολογίζουμε την access μεταξύ των δύο αντικειμένων. Έπειτα, από τις reports δίπλα επιλέγουμε την AER, η οποία όπως έχουμε αναφέρει στον οδηγό του STK, μας δίνει την απόσταση των σημείων της ζεύξης. Στο κάτω μέρος της αναφοράς μας παρουσιάζονται τα στοιχεία που χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό του χρόνου μετάδοσης.

Συγκεκριμένα, είτε έχουμε συνεχή ζεύξη (GEO) είτε όχι (MEO), στο κάτω μέρος της αναφοράς μας εμφανίζονται τα Global Statistics. Εκεί έχουμε τις τιμές για min, max και mean elevation και range. Εμάς μας ενδιαφέρει το range. Οπότε και για τις τρεις τιμές, υπολογίζουμε το χρόνο μετάδοσης στο κομμάτι που έχουμε επιλέξει.

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για όλα τα κομμάτια της συνολικής ζεύξης, παίρνουμε τελικά το συνολικό χρόνο μετάδοσης για όλες τις τιμές της απόστασης (min, max, mean). Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να κάνουμε τη σύγκριση μεταξύ ζεύξεων με χρήση ISL ή όχι.

2	Jul	2006	11:36:00.000	325.909	-86.888	36149.403980
2	Jul	2006	11:37:00.000	325.909	-86.888	36149.407338
2	Jul	2006	11:38:00.000	325.908	-86.888	36149.410700
2	Jul	2006	11:39:00.000	325.908	-86.888	36149.414068
2	Jul	2006	11:40:00.000	325.907	-86.888	36149.417440
2	Jul	2006	11:41:00.000	325.907	-86.888	36149.420818
2	Jul	2006	11:42:00.000	325.906	-86.888	36149.424201
2	Jul	2006	11:43:00.000	325.906	-86.888	36149.427588
2	Jul	2006	11:44:00.000	325.905	-86.888	36149.430954
2	Jul	2006	11:45:00.000	325.905	-86.888	36149.434351
2	Jul	2006	11:46:00.000	325.905	-86.888	36149.437753
2	Jul	2006	11:47:00.000	325.904	-86.888	36149.441159
2	Jul	2006	11:48:00.000	325.904	-86.888	36149.444570
2	Jul	2006	11:49:00.000	325.903	-86.888	36149.447985
2	Jul	2006	11:50:00.000	325.903	-86.888	36149.451405
2	Jul	2006	11:51:00.000	325.902	-86.888	36149.454829
2	Jul	2006	11:52:00.000	325.902	-86.888	36149.458257
2	Jul	2006	11:53:00.000	325.902	-86.888	36149.461689
2	Jul	2006	11:54:00.000	325.901	-86.888	36149.465126
2	Jul	2006	11:55:00.000	325.901	-86.888	36149.468567
2	Jul	2006	11:56:00.000	325.900	-86.888	36149.472011
2	Jul	2006	11:57:00.000	325.900	-86.888	36149.475460
2	Jul	2006	11:58:00.000	325.899	-86.888	36149.478913
2	Jul	2006	11:59:00.000	325.899	-86.888	36149.482369
2	Jul	2006	12:00:00.000	325.899	-86.888	36149.485829

Global Statistics

Min Elevation	2	Jul	2006	06:54:48.189	326.005	-86.890	36148.863129
Max Elevation	1	Jul	2006	18:56:31.721	325.819	-86.884	36150.491512
Mean Elevation						-86.887	
Min Range	2	Jul	2006	06:54:48.189	326.005	-86.890	36148.863129
Max Range	1	Jul	2006	18:56:31.722	325.819	-86.884	36150.491510
Mean Range							36149.676017



3D Graphic...



2D Graphic...



Access for ...



Report: Sat...

Το σενάριο 8 είναι ταυτόσημο του σεναρίου 3, μόνο που δεν περιέχει διαδορυφορική ζεύξη και το σήμα μας κατεβαίνει σε μία facility και αποστέλλεται μετά στον δεύτερο γεωστατικό δορυφόρο.

Τα σενάρια 9 και 10 δημιουργήθηκαν με σκοπό τη σύγκριση στην τροχιά ΜΕΟ. Απλά το σενάριο 4 δεν μπορούσαμε να το χρησιμοποιήσουμε όπως με το 3, διότι δεν υπάρχει προφανής θέση για την τοποθέτηση της facility. Αν και το STK δεν θέτει κάποιο περιορισμό (μπορείς μία facility να την βάλεις στην ουσία πάνω στο νερό), θελήσαμε να είμαστε όσο πιο ρεαλιστές γίνεται, για αυτό και δημιουργήσαμε τα σενάρια 9 και 10 από την αρχή, και εκεί να γίνει η σύγκριση για την τροχιά ΜΕΟ.

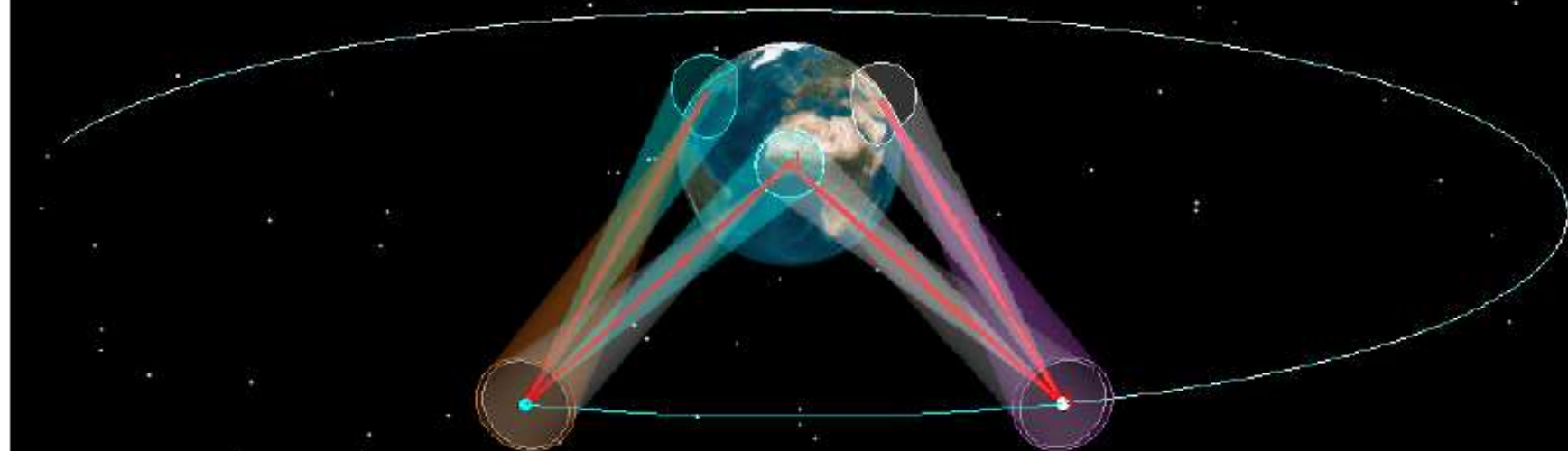
Η διαφορά με τα προηγούμενα σενάρια είναι ότι στα σενάρια 8-10 δεν έχουμε διαμορφώσει τις παραμέτρους που απαιτούνται για μια ρεαλιστική μετάδοση. Ο σκοπός δημιουργίας αυτών των σεναρίων είναι η σύγκριση του χρόνου μετάδοσης, ο οποίος εξαρτάται από την απόσταση, η οποία με τη σειρά της είναι ανεξάρτητη από τις διαδικασίες που έχουμε κάνει στα προηγούμενα σενάρια.

Σενάριο 8 : Σύνδεση της Νέας Υόρκης με την Καμπούλ, με χρήση 2 γεωστατικών δορυφόρων και ενός επίγειου σταθμού.

Όπως αναφέραμε, το σενάριο αυτό είναι ταυτόσημο με το σενάριο 3 που παρουσιάσαμε παραπάνω. Η διαφορά έγκειται στο ότι δεν υπάρχει δια-δορυφορική ζεύξη μεταξύ των γεωστατικών δορυφόρων, οπότε το σήμα πληροφορίας κατεβαίνει από τον πρώτο δορυφόρο στη γη (facility), ανεβαίνει στο δεύτερο δορυφόρο και καταλήγει στη Καμπούλ.



Educational Use Only



Earth Inertial Axes

1 Jul 2008 12:00:00.000 Time Step: 180.00 sec

Educational Use only



Πριν προχωρήσουμε με τον υπολογισμό των χρόνων μετάδοσης στο παρόν σενάριο, θα παραθέσουμε πρώτα τους χρόνους μετάδοσης από το σενάριο 3, ώστε να μπορούμε στο τέλος να κάνουμε τη σύγκριση. Έχουμε λοιπόν: Για το σενάριο 3,

1. Facility NEW YORK -> GEO_NEW_YORK

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	39720.409987	132.4
Max	39725.975240	132.41
Mean	39723.190033	132.41

2. GEO_NEW_YORK -> GEO_KABUL

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	21826.000529	72.75
Max	21826.000560	72.75
Mean	21826.000560	72.75

3. GEO_KABUL -> Facility KABUL

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	39883.229265	132.94
Max	39888.051291	132.96
Mean	39885.642217	132.95

Άρα, προσθέτοντας τώρα τους αντίστοιχους χρόνους για min, max και mean range, παίρνουμε τους συνολικούς χρόνους μετάδοσης. Οπότε,

Απόσταση (Range) σε Km	Ολικός Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	338.09
Max	338.12
Mean	338.11

Ολικοί χρόνοι μετάδοσης σε msec του Σεναρίου 3.

Αυτή η διαδικασία θα επαναληφθεί και για το σενάριο 8, όπως επίσης και για τα σενάρια 9 και 10, και στο μετά θα κάνουμε τη σύγκριση. Έχουμε λοιπόν: Για το σενάριο 8,

1. Facility NEW YORK -> GEO_NEW_YORK

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	39720.409987	132.4
Max	39725.975240	132.41
Mean	39723.190033	132.41

2. GEO_NEW_YORK -> Facility1

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	36148.896479	120.496
Max	36150.524861	120.50
Mean	36149.709366	120.499

3. Facility1 -> GEO_KABUL

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	36148.897511	120.496
Max	36150.524569	120.50
Mean	36149.711172	120.499

4. GEO_KABUL -> Facility KABUL

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	39883.229265	132.94
Max	39888.051291	132.96
Mean	39885.642217	132.95

Άρα, προσθέτοντας τώρα τους αντίστοιχους χρόνους για min, max και mean range, παίρνουμε τους συνολικούς χρόνους μετάδοσης. Οπότε,

Απόσταση (Range) σε Km	Ολικός Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	506.332
Max	506.37
Mean	506.358

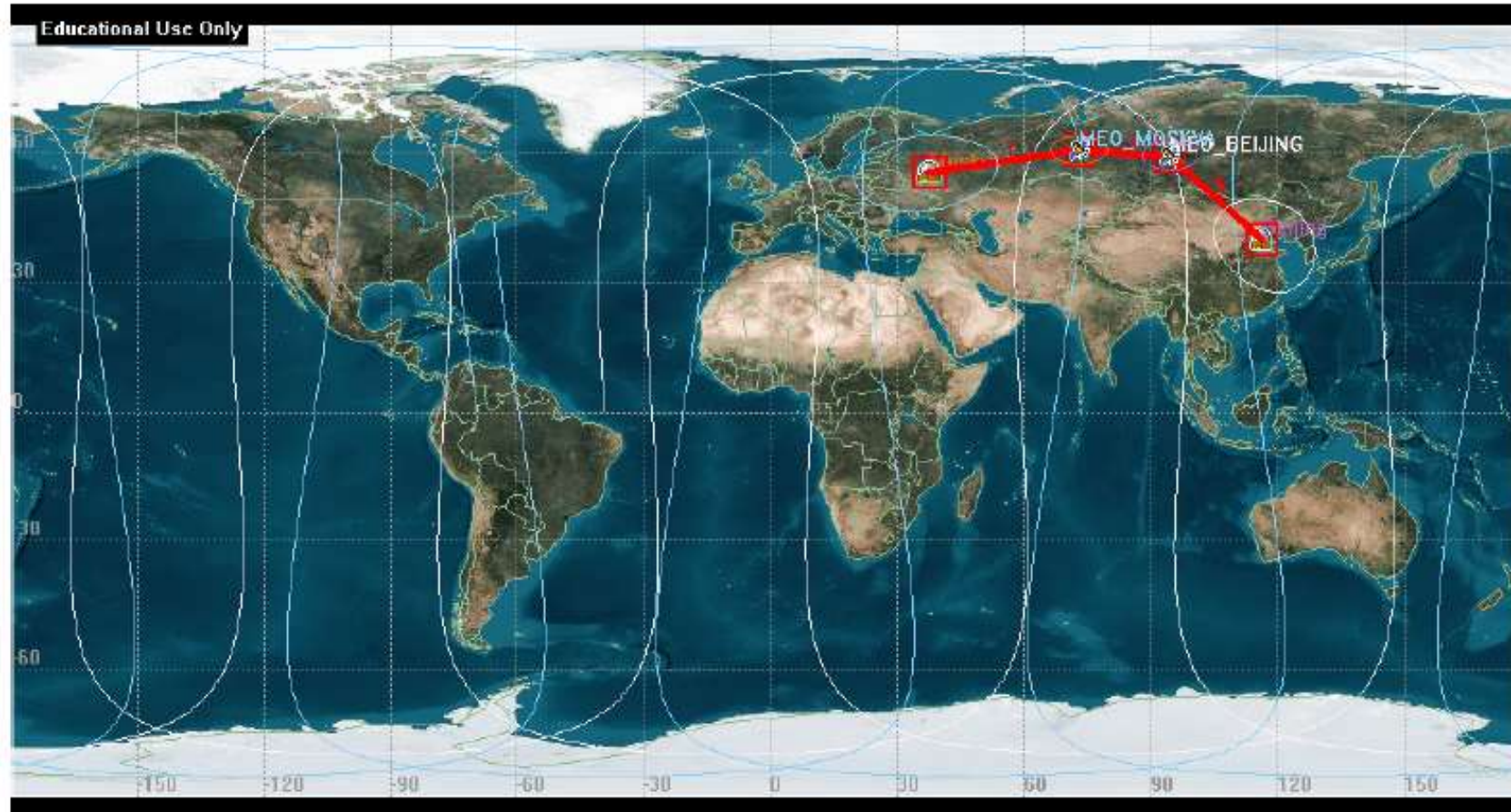
Ολικοί χρόνοι μετάδοσης σε msec του Σεναρίου 8.

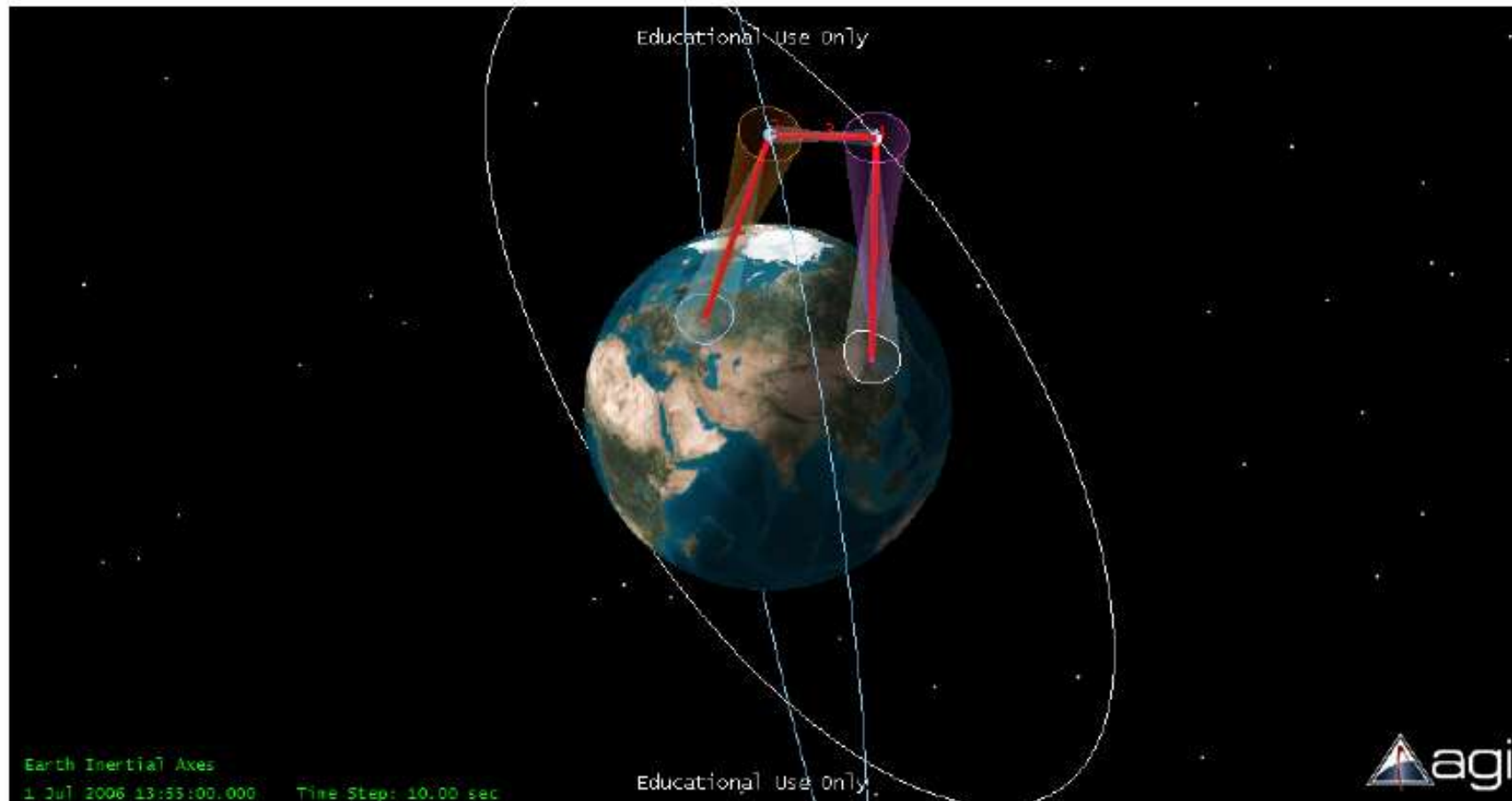
Από τις παραπάνω διαδικασίες έχουμε αποκτήσει τους συνολικούς χρόνους μετάδοσης για τα σενάρια 3 και 8. Λόγω ότι οι δορυφόροι είναι σε γεωστατική τροχιά, έχουμε απειροελάχιστες αποκλίσεις στις τιμές των αποστάσεων και των χρόνων μετάδοσης μεταξύ των min, max και mean.

Αυτό που παρατηρούμε όμως είναι η μεγάλη διαφορά στον συνολικό χρόνο μετάδοσης. Ενώ με τη χρήση των δια-δορυφορικών ζεύξεων, ο συνολικός χρόνος μετάδοσης κυμαίνεται στα 338.11 msec, χωρίς τη χρήση αυτών ο χρόνος μετάδοσης εκτοξεύεται στα 506.358 msec. Κάτι που, εκτός από τη διαφορά των 168.248 msec που προκαλείται, κάνει και τη ζεύξη χωρίς ISL ακατάλληλη για τηλεφωνικές κλήσεις, καθώς η ITU θέτει τα 400msec σαν όριο καθυστέρησης μετάδοσης.

Άρα σαν συμπέρασμα προκύπτει ότι, εκτός από τη προφανή βελτίωση στο χρόνο μετάδοσης, η χρήση των ISL καθιστά τη γεωστατική τροχιά κατάλληλη για τηλεφωνικές κλήσεις.

Σενάριο 9 : Σύνδεση της Μόσχας με το Πεκίνο με χρήση 2 δορυφόρων σε ΜΕΟ τροχιά και συνδεδεμένων μεταξύ τους με δια-δορυφορική ζεύξη.





Θα υπολογίσουμε παρακάτω τους χρόνους μετάδοσης ανά κομμάτι όπως κάναμε και προηγουμένως. Έχουμε λοιπόν:

1. Facility Moskva -> MEO_Moskva

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10161.803208	33.87
Max	15197.309452	50.65
Mean	12527.076813	41.75

2. MEO_Moskva -> MEO_Beijing

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	1140.592281	3.8
Max	8999.524619	29.99
Mean	6038.552045	20.12

3. MEO_Beijing -> Facility Beijing

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10303.596636	33.34
Max	15109.667741	50.36
Mean	12852.703930	42.84

Άρα, προσθέτοντας τις παραπάνω αντίστοιχες τιμές για min, max και mean, θα πάρουμε τους συνολικούς χρόνους μετάδοσης. Έχουμε λοιπόν:

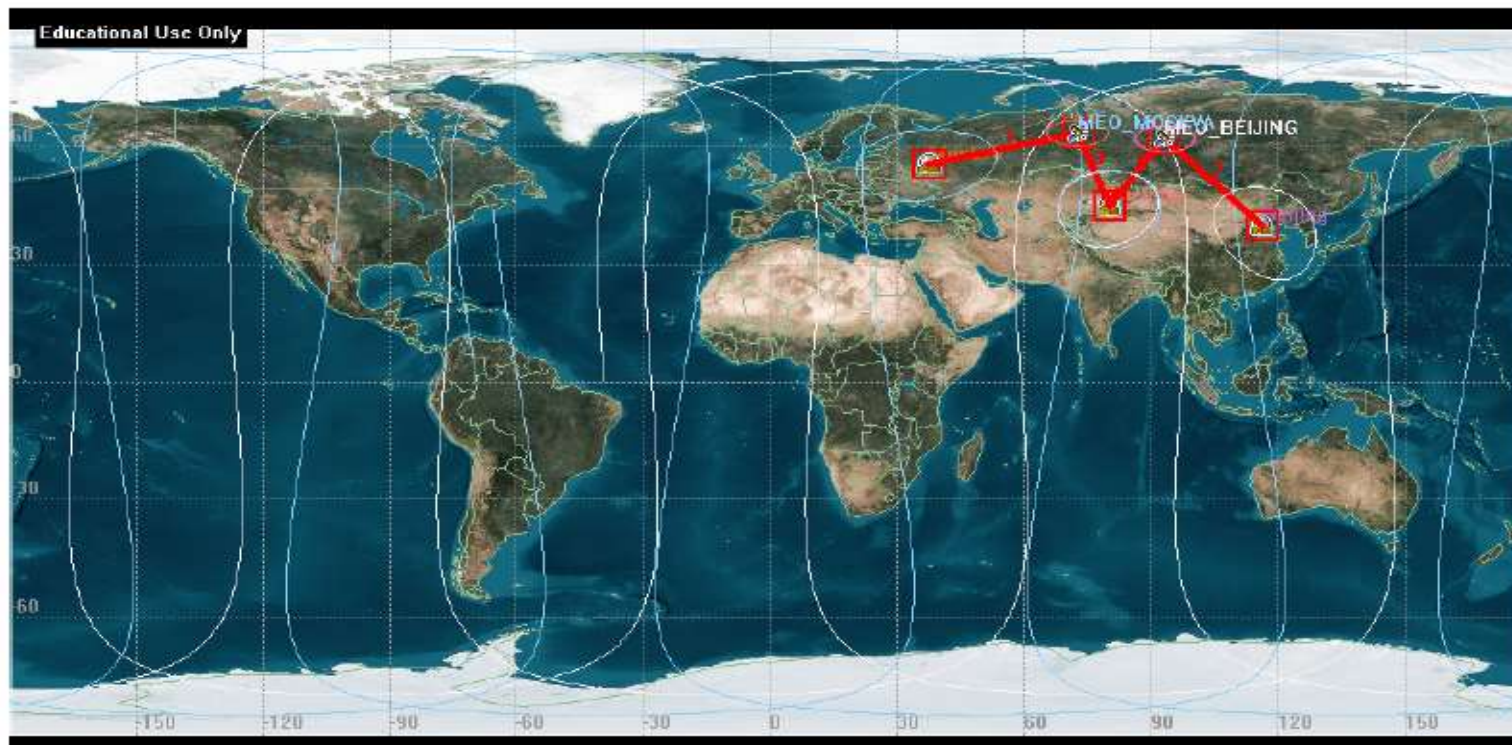
Απόσταση (Range) σε Km	Ολικός Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	71.01
Max	131
Mean	104.71

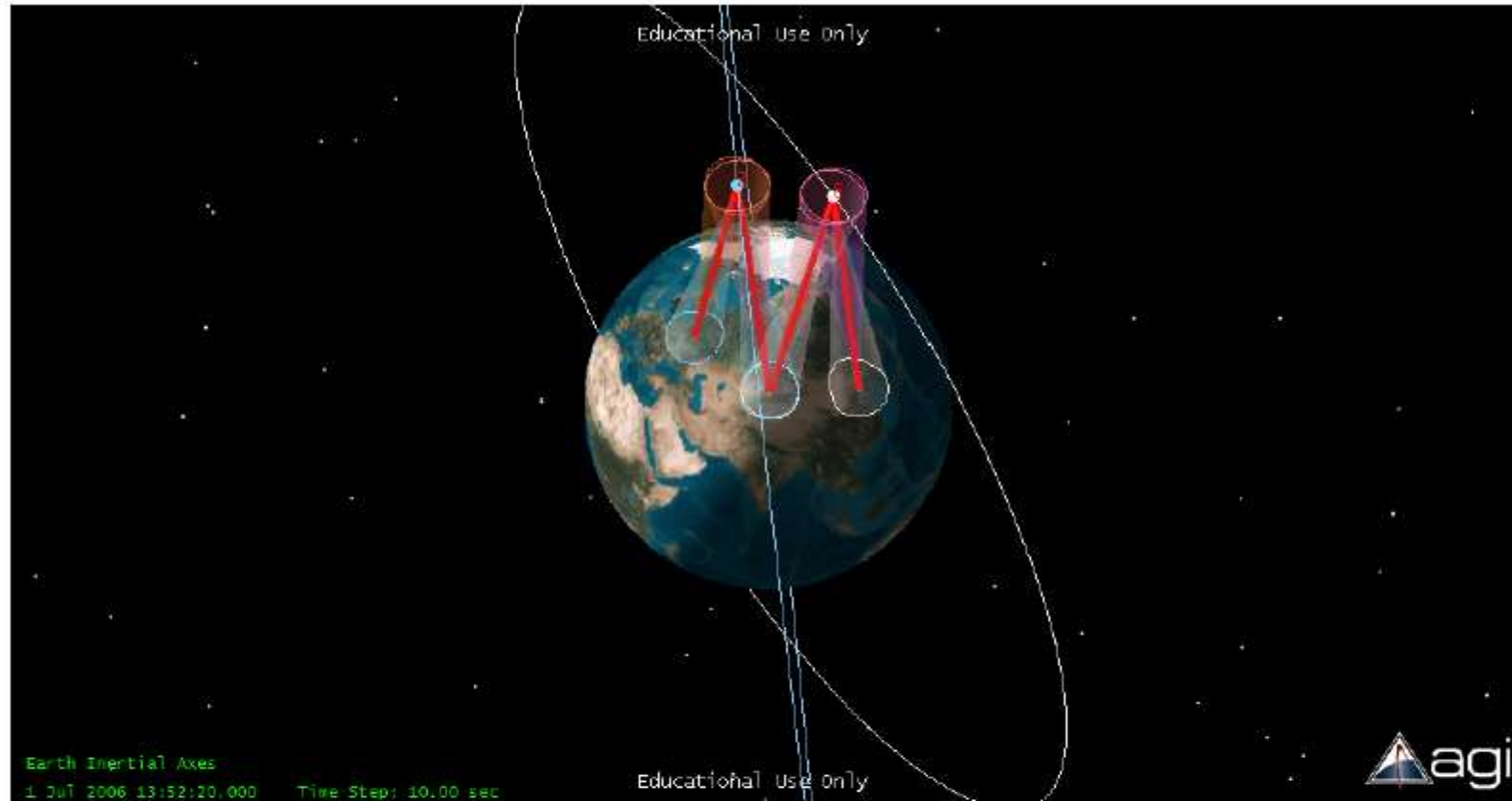
Ολικοί χρόνοι μετάδοσης σε msec του Σεναρίου 9.

Εδώ μπορούμε να παρατηρήσουμε τη διακύμανση των τιμών των ολικών χρόνων μετάδοσης διότι η απόσταση δεν είναι σταθερή όπως στην γεωστατική τροχιά. Κρατάμε τον τελευταίο πίνακα, για να κάνουμε τη σύγκριση με τα αποτελέσματα που θα πάρουμε από το επόμενο σενάριο που δεν χρησιμοποιεί διαδορυφορική ζεύξη.

Σενάριο 10: Σύνδεση της Μόσχας με το Πεκίνο με χρήση 2 δορυφόρων σε ΜΕΟ τροχιά χωρίς δια-δορυφορική ζεύξη μεταξύ των δορυφόρων.

Το σενάριο 10 είναι το ίδιο με το σενάριο 9, με τη διαφορά ότι οι δορυφόροι δεν συνδέονται με δια-δορυφορική ζεύξη, οπότε το προς μετάδοση σήμα από τον ένα δορυφόρο κατεβαίνει πρώτα στη facility1, ανεβαίνει στο δεύτερο δορυφόρο και καταλήγει τελικά στο Πεκίνο.





Θα υπολογίσουμε παρακάτω τους χρόνους μετάδοσης ανά κομμάτι όπως κάναμε και προηγουμένως. Έχουμε λοιπόν:

1. Facility Moskva -> MEO_Moskva

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10161.803208	33.87
Max	15197.309452	50.65
Mean	12527.076813	41.75

2. MEO_Moskva -> Facility1

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10135.121664	33.78
Max	15198.301836	50.66
Mean	12787.503406	42.62

3. Facility1 -> MEO_Beijing

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10255.533692	34.18
Max	15110.884752	50.36
Mean	12710.743430	42.36

4. MEO_Beijing -> Facility Beijing

Απόσταση (Range) σε Km		Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	10303.596636	33.34
Max	15109.667741	50.36
Mean	12852.703930	42.84

Άρα, προσθέτοντας τις παραπάνω αντίστοιχες τιμές για min, max και mean, θα πάρουμε τους συνολικούς χρόνους μετάδοσης. Έχουμε λοιπόν:

Απόσταση (Range) σε Km	Ολικός Χρόνος Μετάδοσης σε msec
Min	135.17
Max	202.03
Mean	169.57

Ολικοί χρόνοι μετάδοσης σε msec του Σεναρίου 10.

Και εδώ παρατηρούμε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των συνολικών χρόνων μετάδοσης για κάθε κατηγορία απόστασης (min, max, mean) ανάμεσα στο σενάριο 9 και στο σενάριο 10. Η χρήση των δια-δορυφορικών ζεύξεων προσφέρει σημαντική μείωση στον συνολικό χρόνο μετάδοσης, που στο συγκεκριμένο παράδειγμα φτάνει τα 64.84 msec για τις μέσες αποστάσεις.

Μπορούμε τώρα πια να πούμε και με αριθμητικά αποτελέσματα ότι η χρήση των δια-δορυφορικών ζεύξεων βελτιώνει σημαντικά τους χρόνους μετάδοσης, επιτρέποντας τη μετάδοση ακόμη και real-time εφαρμογών από δορυφόρους σε τροχιές που μέχρι πρότινος δεν μπορούσαν να υποστηρίξουν τέτοιες εφαρμογές, λόγω της μεγάλης καθυστέρησης διάδοσης που υπήρχε και η οποία ξεπερνούσε τα όρια που έχουν θεσμοθετηθεί από την ITU.

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές και με ότι έχουμε αναφέρει στα προηγούμενα κεφάλαια για τη χρήση των δια-δορυφορικών ζεύξεων (ISL) και τη βελτίωση που επιφέρουν και σε άλλους τομείς εκτός από αυτόν της μετάδοσης, μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε ότι το μέλλον των δορυφορικών επικοινωνιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πλήρη ανάπτυξη δια-δορυφορικών ζεύξεων μεταξύ των δορυφόρων σε οποιοδήποτε σύστημα που ήδη λειτουργεί ή πρόκειται να αναπτυχθεί, με σκοπό την μείωση του κόστους, τη μείωση της καθυστέρησης μετάδοσης, την υποστήριξη περισσότερων εφαρμογών κ.α.