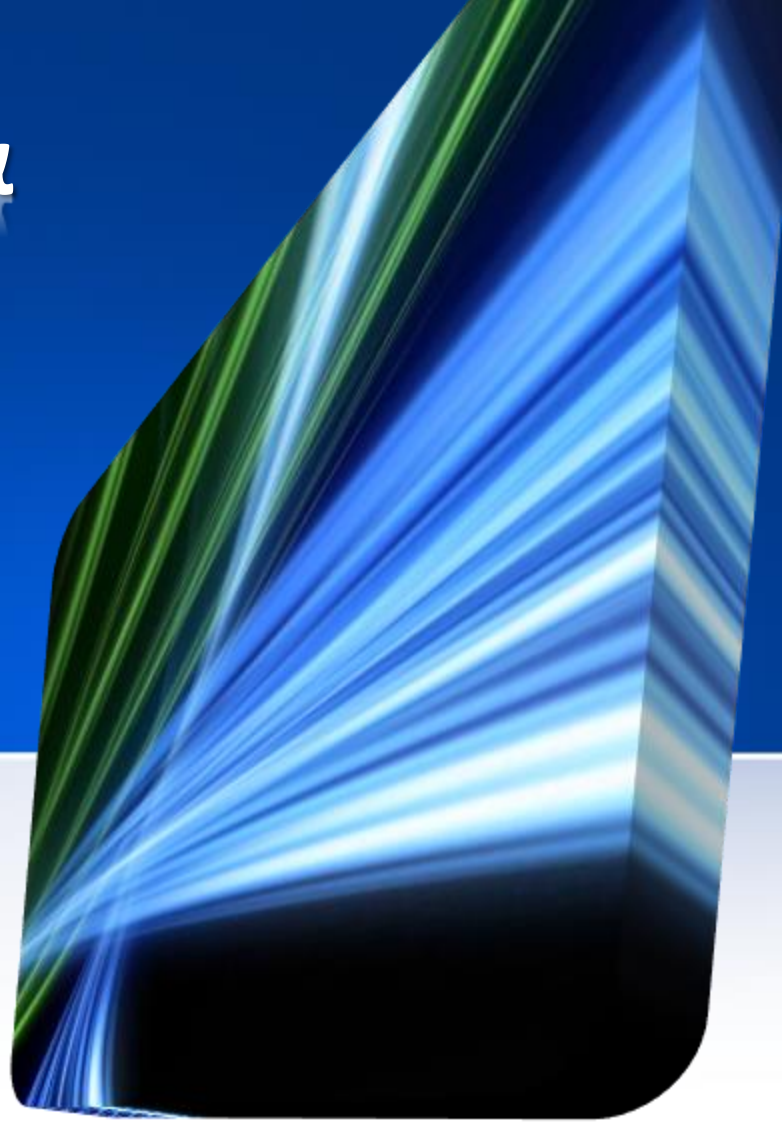
Λειτουργικά Συστήματα
6ο εξάμηνο ΣΗΜΜΥ
Ακ. έτος 2023-2024



Εργαστηριακή Άσκηση 4

Επικοινωνία μέσω Sockets

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Στην περίπτωση που δύο εντελώς ανεξάρτητες διεργασίες που τρέχουν σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα χρειάζεται να επικοινωνήσουν πρέπει να χρησιμοποιηθεί το επικοινωνιακό υποδίκτυο που ενώνει τις δύο μηχανές.

Την επικοινωνία αυτή καθιστούν δυνατή τα **sockets**.

http://man7.org/linux/man-pages/man2/socket.2.html

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Το **socket** ορίζεται ως το άκρο (endpoint) ενός καναλιού επικοινωνίας διεργασιών. Υπάρχει μια συγκεκριμένη διαδικασία δημιουργίας αυτού του καναλιού, μετά από αυτήν όμως οι διεργασίες μπορούν να επικοινωνούν με συνηθισμένες κλήσεις **read**() και **write**().

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Η δημιουργία ενός **socket** δεν συνεπάγεται και τη δημιουργία του καναλιού. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει δύο διεργασίες να δημιουργήσουν η κάθε μία ένα socket και έπειτα η μια από αυτές να περιμένει σύνδεση και η άλλη να τη ζητήσει. Με άλλα λόγια, η μια διεργασία αναλαμβάνει το ρόλο του **εξυπηρετητή** (**server** - αυτή που περιμένει τη σύνδεση) και η άλλη το ρόλο του **πελάτη** (**client** - αυτή που κάνει την αίτηση για σύνδεση).

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Τα sockets που δημιουργούνται από διαφορετικά προγράμματα χρησιμοποιούν “ονόματα” για να αναφερθούν μεταξύ τους και να γίνει η σύνδεση.

Το πεδίο από το οποίο λαμβάνει όνομα το socket αποτελεί το **domain** ή **address family**. Δύο είναι τα domain που χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές για τη διευθυνσιοδότηση των sockets τους:

- **Unix domain (AF_UNIX)**
- **Internet domain (AF_INET)**

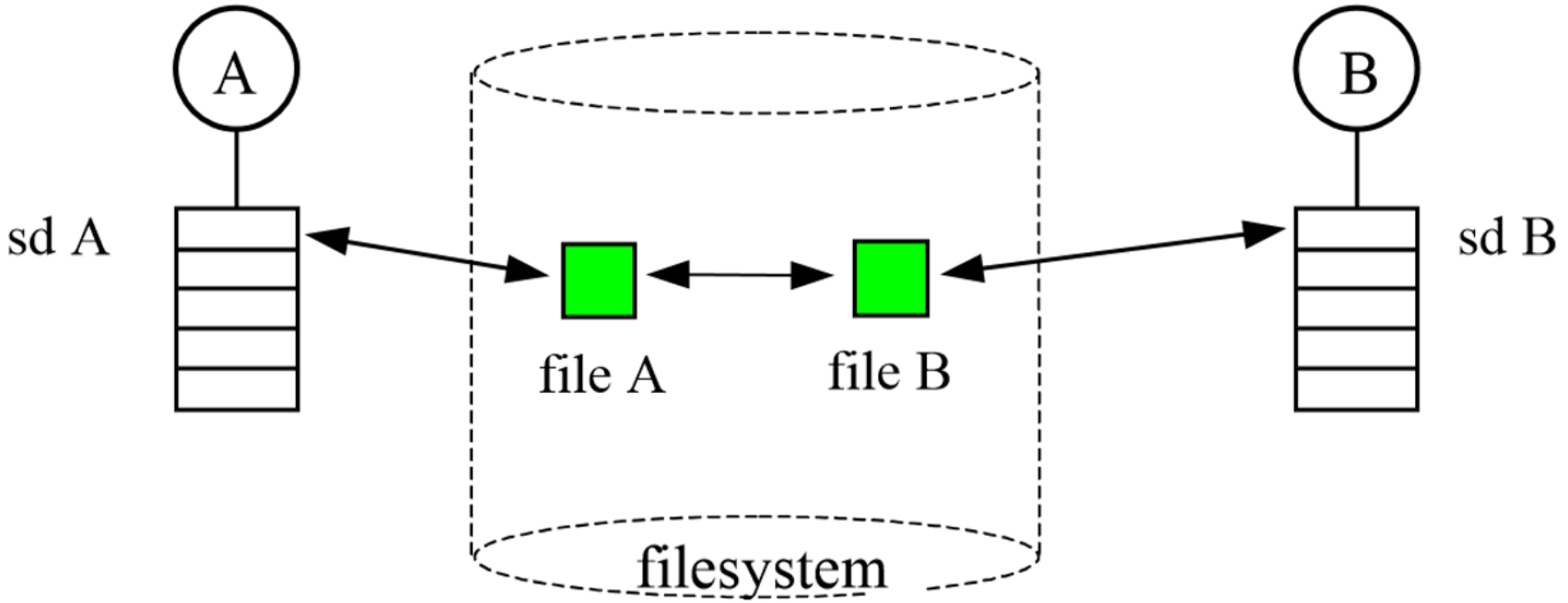
Εργαστηριακή Άσκηση 4

Unix domain (AF_UNIX) στο οποίο κάθε socket ταυτοποιείται μέσω ενός ονόματος “αρχείου” (και επομένως πρέπει οι διεργασίες να έχουν πρόσβαση σε ένα κοινό σύστημα αρχείων). Κάθε κανάλι ταυτοποιείται μονοσήμαντα με την τριάδα

{πρωτόκολλο / τοπικό αρχείο / απομακρυσμένο αρχείο}, όπου η λέξη απομακρυσμένο δηλώνει την άλλη διεργασία. Είναι φανερό ότι αυτός ο τρόπος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω από το δίκτυο και δεν θα μας απασχολήσει στη συνέχεια.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Unix domain (AF_UNIX)



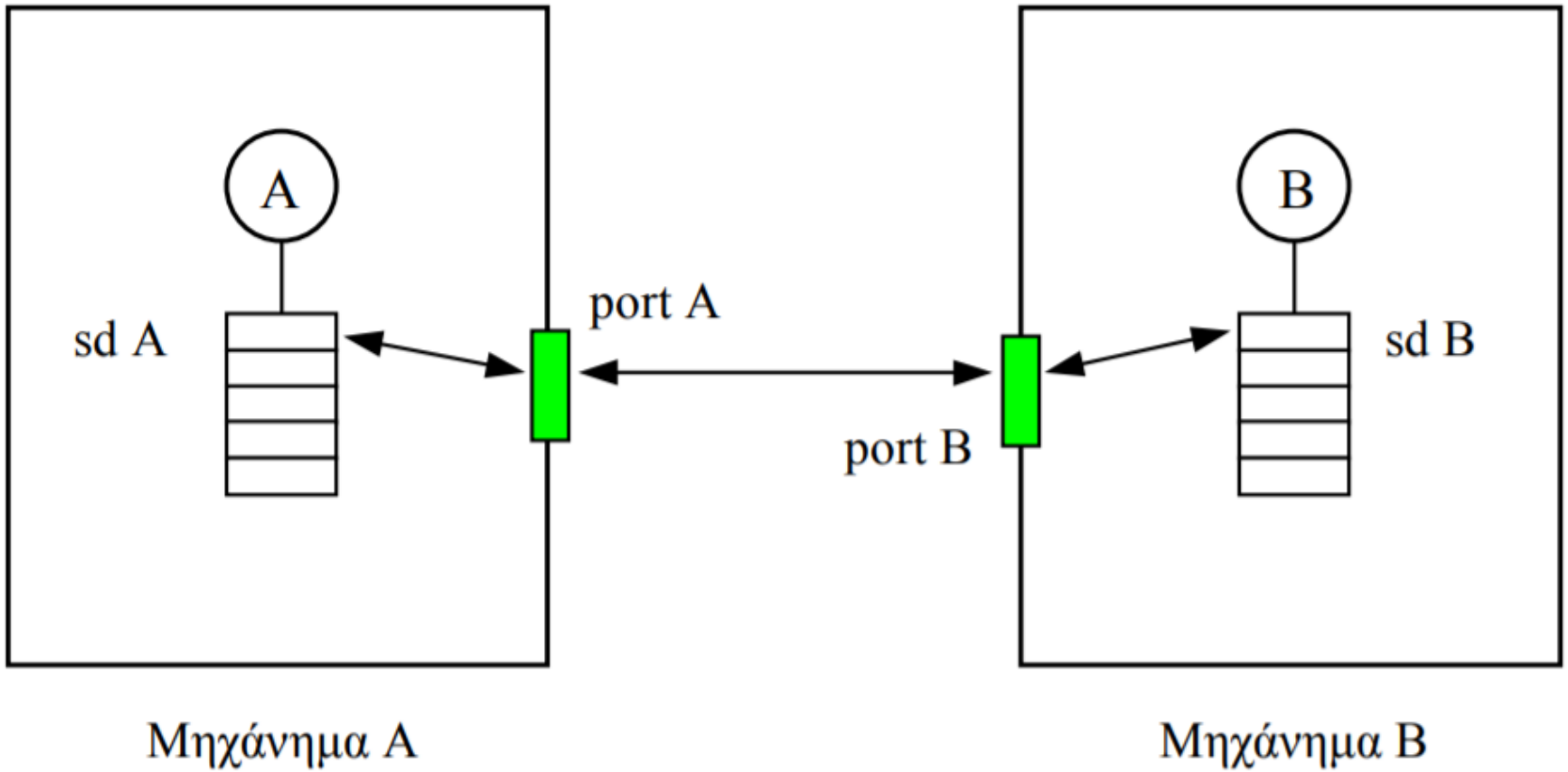
Εργαστηριακή Άσκηση 4

Internet domain (AF_INET) στο οποίο κάθε socket ταυτοποιείται από μια δυάδα που αποτελείται από την IP διεύθυνση (**IP address**) του συστήματος στο οποίο έχει δημιουργηθεί το socket και ένα θετικό ακέραιο ο οποίος ονομάζεται **port number** του socket και δηλώνει σε ποια "θύρα" επικοινωνίας μέσα στο σύστημα αυτό έχει "συνδεθεί" το socket. Κάθε κανάλι επικοινωνίας ταυτοποιείται μονοσήμαντα με την πεντάδα

{πρωτόκολλο / τοπική μηχανή / τοπικό port / απομακρυσμένη μηχανή / απομακρυσμένο port}.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Internet domain (AF_INET)



Εργαστηριακή Άσκηση 4

Όσον αφορά τη μετάδοση των δεδομένων πάνω στο κανάλι επικοινωνίας μετά τη δημιουργία του, υπάρχουν δύο τρόποι:

- **Stream communication** (**SOCK_STREAM**)
- **Datagram communication** (**SOCK_DGRAM**)

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Stream communication (SOCK_STREAM), όπου τα δεδομένα στέλνονται πάνω σε ήδη υπάρχον κανάλι επικοινωνίας (για αυτό και ο συγκεκριμένος τρόπος ονομάζεται connection oriented). Το πρωτόκολλο επικοινωνίας TCP μέσα στον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος φροντίζει και αναλαμβάνει όλους τους ελέγχους για λάθη στη μετάδοση των δεδομένων καθώς και την επαναμετάδοση των πακέτων που χάθηκαν. Έτσι εξασφαλίζονται αξιόπιστα κανάλια επικοινωνίας στα οποία οι πληροφορίες φτάνουν με τη σωστή σειρά και πλήρεις, αν και με μικρότερη ταχύτητα.

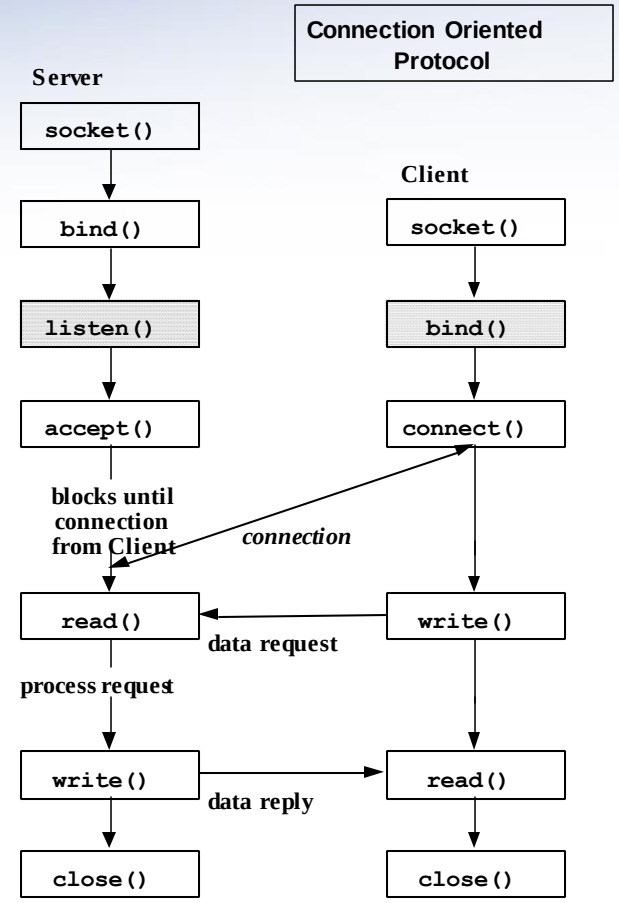
Εργαστηριακή Άσκηση 4

Datagram communication (**SOCK_DGRAM**), όπου τα δεδομένα μεταδίδονται σε μικρά αυτόνομα “πακέτα” που ονομάζονται datagrams και το κανάλι επικοινωνίας δημιουργείται για κάθε μήνυμα ξεχωριστά (**connectionless**), ενώ η παραλαβή του δεν είναι εγγυημένη. Ο έλεγχος μμετάδοσης με τη σωστή σειρά και η ευθύνη για τον κατακερματισμό (fragmentation) και την επανασυναρμολόγηση (reassembly) των δεδομένων ανήκουν στις εφαρμογές. Με τον τρόπο αυτό, που αντιστοιχεί στο πρωτόκολλο επικοινωνίας UDP, επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

θα ασχοληθούμε κυρίως με **stream sockets** στο **internet domain**, που είναι και ο πιο διαδεδομένος τρόπος υλοποίησης πολλών από τις υπηρεσίες που παρέχονται πάνω από δίκτυο

Εργαστηριακή Άσκηση 4



Εργαστηριακή Άσκηση 4

Η αρχικοποίηση ενός socket περιλαμβάνει καταρχήν τη δημιουργία του με μια κλήση **socket()**:

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
int socket(int domain, int type, int protocol);
```

Η παράμετρος protocol προσδιορίζει ένα πρωτόκολλο το οποίο θα υλοποιήσει την επικοινωνία πάνω στο κανάλι η οποία μπορεί να είναι 0 για να κάνει το σύστημα την επιλογή.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Δημιουργία socket

```
int domain = AF_INET
int type = SOCK_STREAM;

int sock_fd = socket(domain, type, 0);

if (sock_fd < 0) {
                perror("socket");
                return -1;
        }
```

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Με χρήση της κλήσης **bind()** δίνεται διεύθυνση σε ένα socket:

int bind(int sd, const struct sockaddr *addr, int addrlen);

Η πρώτη παράμετρος **sd** προσδιορίζει τον socket descriptor που έχουμε δημιουργήσει με κλήση στην socket(). Η τρίτη παράμετρος είναι το μέγεθος της δομής **struct sockaddr_in** η οποία περνάει με δείκτη ως δεύτερη παράμετρος. Τα πεδία της δομής που μας ενδιαφέρουν είναι τα **sin_family**, **sin_port**, **sin_addr**.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Το πρώτο πεδίο **sin_family** πρέπει να είναι ίδιο με την παράμετρο domain κατά την δημιουργία του socket.
Το πεδίο **sin_port** καθορίζει το port number του socket και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται από κάποιο άλλο socket. Μπορεί όμως να έχει την τιμή 0, οπότε διαλέγει το σύστημα ένα ελεύθερο port (> 1024).
Το τελευταίο από τα πεδία είναι η internet διεύθυνση της μηχανής στην οποία θα δέχεται συνδέσεις το socket. Αν π.χ. μία μηχανή είναι συνδεδεμένη ταυτόχρονα σε περισσότερα από ένα δίκτυα, τότε το socket μπορεί να προσδιορίσει από ποιο δίκτυο μόνο θα δέχεται συνδέσεις. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται η τιμή INADDR_ANY, που σημαίνει ότι δεχόμαστε συνδέσεις από παντού.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Οι δύο τελευταίες παράμετροι είναι αναγκαίο να έχουν μια μορφή η οποία θα είναι αποδεκτή από οποιαδήποτε μηχανή συνδέεται σε δίκτυο, ώστε να μη υπάρχουν ασυμβατότητες. Για τον σκοπό αυτό υπάρχουν οι συναρτήσεις βιβλιοθήκης htonl() (host to network - long) και htons() (host to network - short) οι οποίες μετατρέπουν το όρισμά τους (long και short αντίστοιχα) στην γενικά αποδεκτή μορφή.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

```
int sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
...

struct sockaddr_in sin;

sin.sin_family = AF_INET;
sin.sin_port = htons(0); /* Let the system choose */
sin.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

bind(sd, &sin, sizeof(sin));
```

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Μια διεργασία-πελάτης μπορεί να ζητήσει σύνδεση με κάποιον εξυπηρετητή με χρήση της κλήσης **connect()**:

int connect(int sd, struct sockaddr *addr, int addrlen);

Αφού μια διεργασία-εξυπηρετητής διευθυνσιοδοτήσει το socket της με χρήση της bind() μπορεί να δεχτεί κλήσεις σύνδεσης με χρήση της κλήσης **accept():**

int accept(int sd, struct sockaddr *addr, int *addrlen);

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Θα πρέπει να υλοποιήσετε έναν **client** που επικοινωνεί με δικό μας **server** μέσω **sockets.**

Μέσω της επικοινωνίας θα μεταφέρονται και θα εγκρίνονται αιτήματα **μετακίνησης** και θα παρέχονται πληροφορίες αναφορικά με την τρέχουσα θερμοκρασία κα.

Εργαστηριακή Άσκηση 4

./ask4 [--host HOST] [--port PORT] [--debug]

Το πρόγραμμα είναι εφικτό να δεχθεί τα παρακάτω ορίσματα κατά την εκτέλεση

--host HOST: Συνδέεται στο HOST αντί για το default.

--port PORT: Συνδέεται στο PORT αντί για το default

--debug: Εκτυπώνει σε μήνυμα τα δεδομένα που έχουν αποσταλεί ή ληφθεί

Default: HOST os4.iot.dslab.ds.open-cloud.xyz
PORT 20241

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Εντολές από terminal:

help	: Εκτυπώνει help message
exit	: Έξοδος
get	: Ανάκτηση δεδομένων server
N name surname reason	: Άδεια εξόδου στην καραντίνα

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Παράδειγμα get:

get

[DEBUG] sent 'get‘

[DEBUG] read '2 058 2950 1589989296‘

Latest event:

interval (2)

Temperature is: 29.50

Light level is: 58

Timestamp is: 2020-05-20 18:41:36 // (use **localtime()**)

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Παράδειγμα get:

Ο server θα απαντήσει με τις πιο πρόσφατες μετρήσεις αισθητήρα στην ακόλουθη μορφή

X YYY ZZZZ WWWWWWWWWW, όπου

YYY είναι η φωτεινότητα

ZZZZ είναι η θερμοκρασία (χρειάζεται διαίρεση με 100)

WWWWWWWWWW είναι UNIX timestamp και

X είναι ένας ακέραιος αριθμός που δείχνει τον τύπο συμβάντος, σύμφωνα με το παρακάτω πρωτόκολλο

0: boot , 1: setup, 2: interval, 3: button, 4: motion

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Παράδειγμα get:

get

[DEBUG] sent 'get‘

[DEBUG] read '2 058 2950 1589989296‘

Latest event:

interval (2)

Temperature is: 29.50

Light level is: 58

Timestamp is: 2020-05-20 18:41:36 // (use **localtime()**)

Εργαστηριακή Άσκηση 4

Παράδειγμα N name surname reason :

1 aggelos kolaitis dokimi

[DEBUG] sent '1 aggelos kolaitis dokimi'

[DEBUG] read '5fdd09689ffe'

Send verification code: '5fdd09689ffe'

5fdd09689ffe

[DEBUG] sent '5fdd09689ffe'

[DEBUG] read 'ACK 1 aggelos kolaitis dokimi'

Response: 'ACK 1 aggelos kolaitis dokimi‘

Στην περίπτωση λανθασμένου μηνύματος ο server απαντάει 'try again'

Λεπτομέρειες Άσκησης 4

Μια διεργασία είναι εφικτό να δεχθεί δεδομένα από ένα σύνολο file descriptors ή από το terminal, μέσω της **select()**.
Η **select()** επιτρέπει σε ένα πρόγραμμα να παρακολουθεί πολλούς περιγραφητές αρχείων, έως ότου ένας ή περισσότεροι από τους περιγραφητές αρχείων γίνουν «έτοιμοι». Ένας περιγραφητής θεωρείται έτοιμος εάν είναι δυνατή η εκτέλεση μιας λειτουργίας εισόδου / εξόδου (π.χ. ανάγνωση ή έγγραφή) χωρίς αποκλεισμό.

Περισσότερες πληροφορίες:

- http://man7.org/linux/man-pages/man2/select.2.html
- αρχείο mario.c στο στον φάκελο *Χρήσιμα Αρχεία* της Άσκησης 4

Χρήσιμο Link

http://man7.org/linux/man-pages/man2/socket.2.html