FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Sistemas de Telecomunicações

2013/2014

Trabalho 0:
Demonstração do ambiente Java
Aprendizagem do desenvolvimento de aplicações

Aula 2 – Aplicação com sockets datagrama

Mestrado integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Luís Bernardo
Paulo da Fonseca Pinto

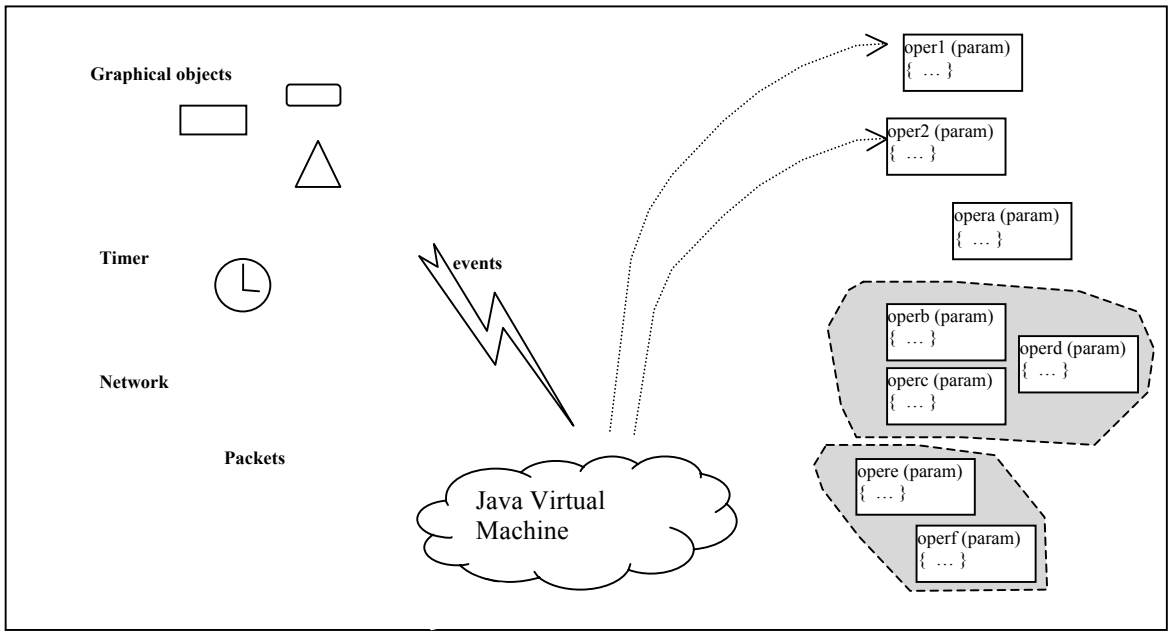
Índice

1. OBJETIVO

Familiarização com a linguagem de programação Java e com o desenvolvimento de aplicações que comunicam usando *sockets* datagrama no ambiente de desenvolvimento NetBeans. O trabalho consiste na introdução parcial do código seguindo as instruções do enunciado, aprendendo a utilizar o ambiente e um conjunto de classes da biblioteca da linguagem Java. É fornecido um projeto com o início do trabalho, que é completado num conjunto de exercícios.

2. ESTRUTURA DO PROGRAMA (REVISITADA)

No trabalho anterior viu-se como se estrutura um programa Java. A figura dessa aula está reproduzida em baixo novamente, com o acrescento de uma nuvem para representar a máquina virtual do Java.



Ora, o funcionamento normal é a máquina virtual do Java ficar bloqueada à espera que aconteça um evento e depois chamar o método que lhe foi dito para chamar quando esse evento acontecesse. Tudo isto funciona muito bem se o método fizer o que tem a fazer rapidamente e devolver o controlo à máquina virtual.

Agora imagine que o método chama uma função que o bloqueia. Por exemplo, o equivalente ao "nosso" *scanf* do C, ficando bloqueado à espera que o utilizador escrevesse qualquer coisa. Toda a estrutura da figura acima deixa de funcionar, pois um método ficou com o controlo e a máquina virtual fica impedida de receber mais eventos e chamar outros métodos.

Como se deve resolver este problema?

Um modo simples é proibir que qualquer método chame funções bloqueantes.

Como às vezes pode ser impossível de fazer isso, vamos paralelizar o programa. É como se o nosso programa, em vez de correr apenas num *contexto* (ou uma atividade), corre em dois (ou mais) *contextos/atividades*. Está a correr código em paralelo. Agora, uma das atividades pode ficar bloqueada no tal *scanf*, que a outra atividade não está bloqueada e a máquina virtual do Java pode continuar a chamar métodos a partir de eventos. Se a segunda também se decidir

bloquear por algum motivo, arranja-se simplesmente outra atividade se for necessário. A estas atividades vamos chamar de *threads*.

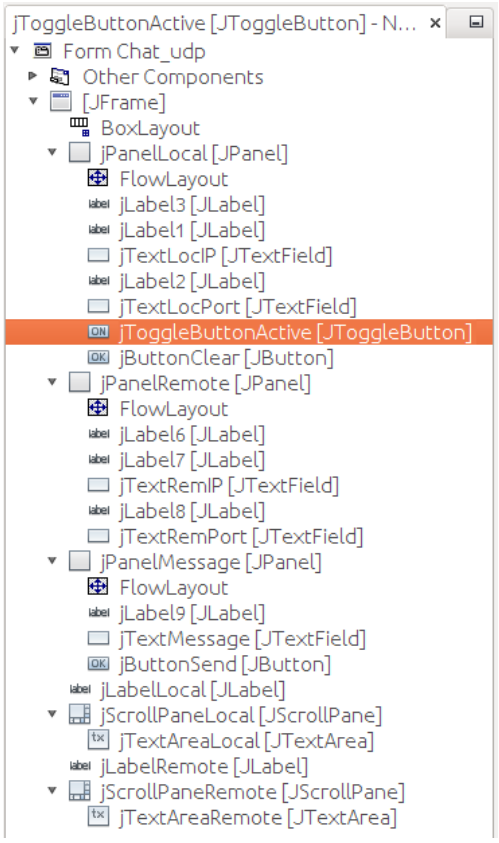
No caso deste trabalho, um método tem de ficar à espera no *socket* datagrama por um pacote. Enquanto um pacote não vier, ele fica bloqueado. Assim, vamos precisar de uma *thread* só para ele. A outra *thread* vai tratando dos eventos dos botões, caixas, etc., e não fica nunca bloqueada.

3. SEGUNDA APLICAÇÃO – CONVERSA EM REDE COM UDP

Esta secção ilustra o desenvolvimento de uma aplicação utilizando *sockets* datagrama. A aplicação suporta a troca de mensagens em rede, onde cada participante tem uma janela onde recebe mensagens de outros elementos (*Remote*) e uma janela onde escreve as suas mensagens (*Local*). O utilizador seleciona o endereço IP e o número de porto da máquina para onde envia as mensagens e pode desligar a aplicação.

3.1. CHAT_UDP BÁSICO

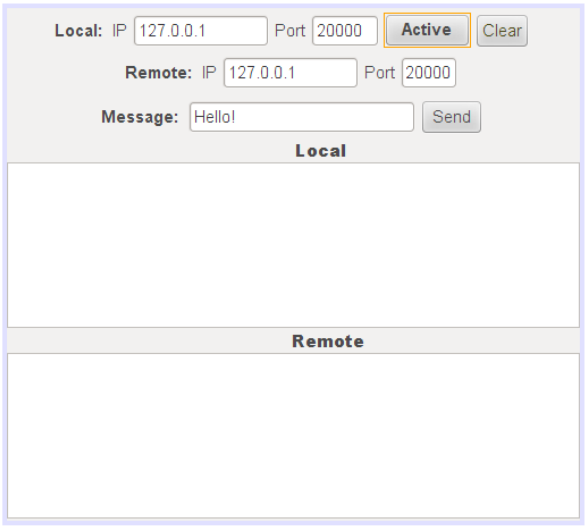
A primeira versão suporta apenas a troca simples de mensagens entre utilizadores, identificados de forma única na rede pelo conjunto *{endereço IP : número de porto}*. É fornecido aos alunos o projeto NetBeans com esta primeira parte completa.

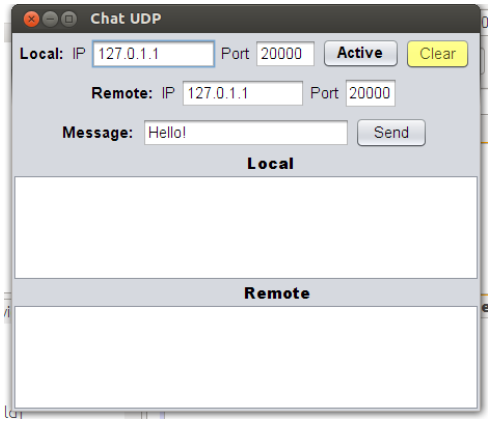


3.1.1. Objetos gráficos

Tal como no exemplo da aula anterior, a primeira fase do desenvolvimento passa pela abertura do projeto `Chat_udp` distribuído com o enunciado, com o desenho da interface gráfica. Neste projeto definiu-se a janela representada na página seguinte, onde foram utilizados os seguintes componentes (com os nomes e a estrutura mostrada na figura ao lado):

- 2 objetos **Button** {botões 'Clear' e 'Send'}
- 1 objeto **ToggleButton** {botão 'Active'}
- 5 objetos **Text Field** {mensagem, IP e portos locais e remotos}
- 2 objetos **Text Area** {texto local e remoto}
- 2 objetos **Scroll Pane** {Barras de deslocamento para *TextArea*}
- 3 objetos **Panel** {três linhas de grupos de botões}





De forma a ter o aspeto gráfico representado à direita, foram modificadas as seguintes propriedades dos objetos:

- objeto '`JFrame`'
  - ✓ `title`= "*Chat UDP*";
  - ✓ `Layout`=`BoxLayout`, com `Axis`= "*Y Axis*".
- objeto '`jPanelLocal`'
  - ✓ `Layout`=`FlowLayout`;
  - ✓ `preferredSize`= [450,38] e `maximumSize`= [450,40], limitando o crescimento vertical.
- objeto '`jTextLocIP`'
  - ✓ `preferredSize`= [120,28], fixando a largura da caixa após "Local: IP".
- objeto '`jTextLocPort`'
  - ✓ `preferredSize`= [60,28], fixando a largura da caixa após "Local: Port".
- objeto '`jButtonClear`'
  - ✓ `background`= [220,220,100], modifica a cor para amarelo.
- objeto '`jPanelRemote`'
  - ✓ `Layout`=`FlowLayout`;
  - ✓ `preferredSize`= [450,38] e `maximumSize`= [450,40], limitando o crescimento vertical.
- objeto '`jTextRemIP`'
  - ✓ `preferredSize`= [120,28], fixando a largura da caixa após "Remote: IP".
- objeto '`jTextRemPort`'
  - ✓ `preferredSize`= [50,28], fixando a largura da caixa após "Remote: Port".
- objeto '`jPanelMessage`'
  - ✓ `Layout`=`FlowLayout`;
  - ✓ `preferredSize`= [450,38] e `maximumSize`= [450,40], limitando o crescimento vertical.
- objeto '`jTextMessage`'
  - ✓ `preferredSize`= [200,28], fixando a largura da caixa após "Message:".
- objeto '`jLabelLocal`'
  - ✓ `preferredSize`= [50,22] e `maximumSize`= [50,22], limitando o crescimento vertical;
- objeto '`jScrollPanelLocal`'
  - ✓ `preferredSize`= [222,87], ficando com o máximo ilimitado para poder crescer.
- objeto '`jTextAreaLocal`'
  - ✓ `preferredSize`= [220,85], ficando com o máximo ilimitado para poder crescer.
- objeto '`jLabelRemote`'
  - ✓ `preferredSize`= [64,22] e `maximumSize`= [64,22], limitando o crescimento vertical;
- objeto '`jScrollPanelRemote`'

- ✓ `preferredSize`= [222,87], ficando com o máximo ilimitado para poder crescer.

- objeto '`jTextAreaRemote`'
  - ✓ `preferredSize`= [220,85], ficando com o máximo ilimitado para poder crescer.

O `Layout` não é bem uma propriedade e é escolhido com o botão direito do rato quando se seleciona o objeto (por exemplo, `JFrame`) na janela do "*Navigator*". A conjugação do Layout com os valores dados para as dimensões mostrados acima fazem com que caso se aumente a janela, apenas aumentam as caixas com texto *local* e *remote*.

Para além das modificações anteriores, a fonte das etiquetas a negrito (*labels*) foi modificada para "*Arial 15 Bold*" e as restantes para "*Arial 15 Plain*" de maneira a adotar uma fonte que existe em Windows, MacOs e Linux, tornando o código mais portável entre plataformas.

De seguida criaram-se métodos vazios para os botões, com duplo *click*.

Para facilitar a escrita nas caixas de texto "*Local*" e "*Remote*" definiram-se dois métodos na classe associada à janela (`Chat_udp`): `Log_loc` e `Log_rem`. Os dois são `synchronized` para garantir que as operações de escrita não são interrompidas.

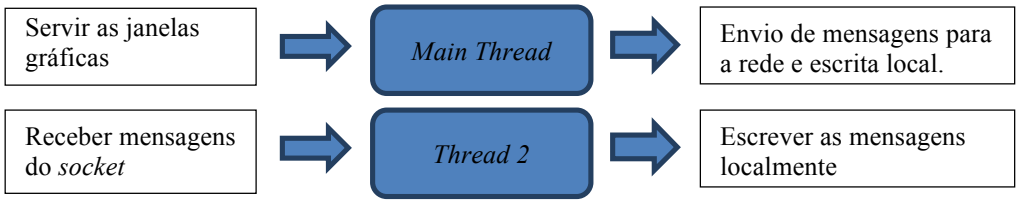
```
public synchronized void Log_loc(String s) {
  try {
    jTextAreaLocal.append(s);          // Write to the Local text area
    System.out.print("Local: " + s);   // Write to the terminal
  } catch (Exception e) {
    System.err.println("Error in Log_loc: " + e + "\n");
  }
}

public synchronized void Log_rem(String s) {
  try {
    jTextAreaRemote.append(s);        // Write to the Remote text area
    System.out.print("Remote: " + s); // Write to the terminal
  } catch (Exception e) {
    System.err.println("Error in Log_rem: " + e + "\n");
  }
}
```

Estas caixas de texto são limpas no método que trata o evento associado ao botão "*Clear*":

```
private void jButtonClearActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
  jTextAreaLocal.setText("");
  jTextAreaRemote.setText("");
}
```

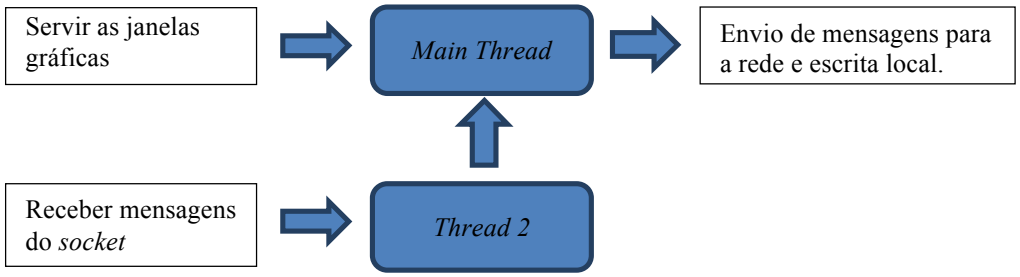
3.1.2. Criação de uma *thread* – classe `Daemon_udp`

O objeto *socket* datagrama tem o problema de ter uma operação bloqueante para se ler o *socket*. O nome desse método é `nome_do_objeto.receive (dp)`. Assim temos de ter uma atividade só para tratar do *socket* de entrada e outra para as janelas gráficas:



Na realidade não se vai usar o esquema da figura em cima. Este esquema implicava que tanto a *thread* principal como a *thread* 2 manuseassem os objetos gráficos. Então o melhor é

fazer com que a *thread* 2 seja muito simples e apenas leia o *socket* e chame um método da *thread* principal. Um esquema que traduz melhor a relação entre as *threads* é o seguinte:



Para criar a *thread* 2 criou-se um objeto de uma classe nova. Para isso selecionou-se o *package* "*udpdemoproject*" e com o botão direito do rato escolheu-se "*New*" e "*Java Class*". Escolheu-se um nome para ela (por exemplo, `Daemon_udp`). Para lhe dar o comportamento de *thread*, teve de se escrever manualmente que esta classe estende a classe *Thread*. Basicamente tem de se escrever o código mostrado em baixo. Este código deve ser utilizado pelos alunos como uma "receita" sempre que usarem *sockets* datagrama nestes próximos tempos até se sentirem mais confiantes em Java.

O código contém:

- o construtor (onde os valores das variáveis da classe `root` e `ds` são inicializados). Estas variáveis permitem à *thread* 2 conhecer o *socket* que tem de ler, e de saber a referência da *thread* principal para depois lhe chamar um método para lhe dar o pacote,
- o método `run` que será corrido quando a *thread* for lançada (através da operação `start`). Este método tem o código que é corrido nesta *thread*.
- o método `stopRunning`, que permite parar a *thread* (através de uma variável Booleana `keepRunning`).

```
public class Daemon_udp extends Thread {   // inherits from Thread class
  volatile boolean keepRunning = true;
  Chat_udp root;                        // Main window object
  DatagramSocket ds;                    // datagram socket

  public Daemon_udp(Chat_udp root, DatagramSocket ds) {  // Constructor
    this.root = root;
    this.ds = ds;
  }

  public void run() {               // Function run by the thread
    byte[] buf = new byte[Chat_udp.MAX_PLENGTH];  // buffer with maximum message size
    DatagramPacket dp = new DatagramPacket(buf, buf.length);
    try {
      while (keepRunning) {
        try {
          ds.receive(dp);    // Wait for packets
          ByteArrayInputStream BAis = new ByteArrayInputStream(buf, 0, dp.getLength());
          DataInputStream dis = new DataInputStream(BAis);
          root.receive_packet(dp, dis);  // process packet in Chat_udp object
        } catch (SocketException se) {
          if (keepRunning) {
            root.Log_rem("recv UDP SocketException : " + se + "\n");
          }
        }
      }
    } catch (IOException e) {
      if (keepRunning) {
        root.Log_rem("IO exception receiving data from socket : " + e);
      }
    }
  }
```

```
    public void stopRunning() {    // Stops loop by turning off keepRunning
      keepRunning = false;
    }
  }
```

O *socket* vai ser criado na *thread* principal e é passado para esta classe no construtor (argumento `ds`) sendo guardado na variável com o mesmo nome (`this` identifica o objeto local), a referência para o objeto/*thread* principal é passada da mesma forma (`root`).

O método `run` fica em ciclo à espera de pacotes. Quando um pacote chega é invocado o método `receive_packet` da classe `Chat_upd` (objeto/thread principal), passando-lhe o objeto de leitura de campos da mensagem (`dis`). O método `run` também lida com as exceções resultantes de erros na comunicação.

3.1.3. Classe `Chat_udp` – inicialização

A classe `Chat_udp` tem a interface gráfica, e é responsável pela realização de toda a lógica do programa e pela definição das configurações. Uma delas é `MAX_PLENGTH` que define uma constante (porque se usou `final`) a nível da classe (porque se usou `static`) com o tamanho máximo da mensagem trocada.

```
  public static final int MAX_PLENGTH = 8096;   // Constant - Maximum packet length
```

As variáveis principais `sock` e `serv` guardam o objeto do tipo `DatagramSocket` (que vai ser dado à *thread* 2) e o objeto classe `Daemon_udp`, (que estende *Thread* e é a nossa *thread* 2) e que vai ser criada por esta. A variável auxiliar `formatter`, que serve para formatar a escrita de datas na forma "*hora:minutos*", é inicializada logo na declaração pois não depende de nenhum valor externo.

```
  // Variables declaration
  private DatagramSocket sock;                          // datagram socket
  private Daemon_udp serv;                              // thread for message reception
  private java.text.SimpleDateFormat formatter =        // Formatter for dates
                    new java.text.SimpleDateFormat("hh:mm:ss");
```

O construtor da classe (método `Chat_udp`) cria os vários objetos gráficos e preenche algumas caixas de texto com o valor do endereço IP da máquina. Primeiro vai saber o endereço IP na forma `InetAddress` e depois usando o método `getHostAddress` escreve essa *string* na caixa de texto. Escreve também o valor de 20000 na caixa de texto do porto.

```
  public Chat_udp() {
    initComponents();  // defined by NetBeans, creates the graphical window
    sock = null;       // Set null value - meaning "not initialized"
    serv = null;       // Set null value - meaning "not initialized"
    try {
      // Get local IP and set port to 0
      InetAddress addr = InetAddress.getLocalHost();  // Get the local IP address
      jTextLocIP.setText(addr.getHostAddress());      // Set the IP text fields to
      jTextRemIP.setText(addr.getHostAddress());      //    the local address
    } catch (UnknownHostException e) {
      System.err.println("Unable to determine local IP address: " + e);
      System.exit(-1);    // Closes the application
    }
    jTextLocPort.setText("20000");
  }
```

A aplicação já está a correr, mas ainda nada aconteceu senão a escrita de texto nas caixas de texto feita pelo construtor. Quando se carregar no botão "*Active*", o método que o trata lê o

número de porto local escrito na caixa, cria um *socket* nesse porto (atenção que se já houver um *socket* criado nesse porto a criação aborta), cria o objeto `Daemon_udp`, dando-lhe a sua referência e a do *socket*, e lança-o com a operação `start`.

Quando se desativa o botão, a *thread* 2 é parada pela chamada ao método `stopRunning`, o objeto é destruído, e o *socket* é fechado.

```
private void jToggleButtonActiveActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt)
  if (jToggleButtonActive.isSelected()) {  // The button is ON
    int port;
    try { // Read the port number in Local Port text field
      port = Integer.parseInt(jTextLocPort.getText());
    } catch (NumberFormatException e) {
      Log_loc("Invalid local port number: " + e + "\n");
      jToggleButtonActive.setSelected(false);  // Set the button off
      return;
    }
    try {
      sock = new DatagramSocket(port);          // Create UDP socket
      jTextLocPort.setText("" + sock.getLocalPort());
      jTextRemPort.setText("" + sock.getLocalPort());
      serv = new Daemon_udp(this, sock);        // Create the receiver thread
      serv.start();                             // Start the receiver thread
      Log_loc("Chat_udp active\n");
    } catch (SocketException e) {
      Log_loc("Socket creation failure: " + e + "\n");
      jToggleButtonActive.setSelected(false);  // Set the button off
    }
  } else { // The button is OFF
    if (serv != null) {       // If thread is running
      serv.stopRunning();     // Stop the thread
      serv = null;            // Thread will be garbadge collected after it stops
    }
    if (sock != null) {       // If socket is active
      sock.close();           // Close the socket
      sock = null;            // Forces garbadge collecting
    }
    Log_loc("Chat_udp stopped\n");
  }
}
```

3.1.4. Classe `Chat_udp` – tratamento de um pacote

Os pacotes são lidos pelo objeto da classe `Daemon_udp`, que depois invoca o método `receive_packet` do objeto da classe `Chat_udp` para o tratar. O formato de pacote que foi definido para esta aplicação é:

O método `receive_packet` tem também a propriedade de `synchronized` para não ser corrido em paralelo enquanto estiver a ser corrido. Basicamente ele escreve os dados na caixa de texto "*Remote*":

```
public synchronized void receive_packet(DatagramPacket dp, DataInputStream dis) {
  try {
    Date date = new Date();  // Get reception hour
    String from = dp.getAddress().getHostAddress() // IP address of the sending host
                  + ":" + dp.getPort();            // + port of sending host = User ID
    // Read the packet fields using 'dis'
    int len_msg = dis.readShort();  // Read message length
    if (len_msg > MAX_PLENGTH) {
      Log_rem(formatter.format(date) + " - received message too long (" + len_msg +
                ") from " + from + "\n");
      return;    // Leaves the function
    }
    byte[] sbuf2 = new byte[len_msg];    // Create an array to store the message
```

```
      int n = dis.read(sbuf2, 0, len_msg); // returns number of byte read
      if (n != len_msg) {
        Log_rem(formatter.format(date) + " - received message too short from " +
                    from + "\n");
        return;
      }
      String msg = new String(sbuf2, 0, n);  // Creates a String from the buffer
      if (dis.available() > 0) {  // More bytes after the message in the buffer
        Log_rem("Packet too long\n");
        return;
      }
      // Write message contents
      Log_rem(formatter.format(date)+ " - received from " + from + " - '" + msg + "'\n");
    } catch (IOException e) {
      Log_rem("Packet too short: " + e + "\n");
    }
  }
```

3.1.5. Classe `Chat_udp` – envio de pacotes

O envio de pacotes é realizado pelo método de serviço ao botão "*Send*":

```
  private void jButtonSendActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    send_packet();
  }
```

Este método invoca simplesmente o método privado e sincronizado `send_packet`, que lê o endereço IP e o porto das caixas de texto respetivas e lê o texto da área de texto. Depois prepara o pacote a enviar do modo como está explicado no documento de "Introdução ao Java". O objetivo da existência deste método, é ele não necessitar de parâmetros. Por sua vez, ele invoca outro já com os parâmetros necessários.

```
  public synchronized void send_packet() {
    if (sock == null) {
      Log_loc("Socket isn't active!\n");
      return;
    }
    InetAddress netip;
    try { // Get IP address
      netip = InetAddress.getByName(jTextRemIP.getText());
    } catch (UnknownHostException e) {  // O endereço IP não é válido
      Log_loc("Invalid remote host address: " + e + "\n");
      return;
    }
    int port;
    try { // Get port
      port = Integer.parseInt(jTextRemPort.getText());
    } catch (NumberFormatException e) {
      Log_loc("Invalid remote port number: " + e + "\n");
      return;
    }
    String message= jTextMessage.getText();
    if (message.length() == 0) {
      Log_loc("Empty message: not sent\n");
      return;
    }
    // Create and send packet
    ByteArrayOutputStream os = new ByteArrayOutputStream();  // Prepares a message
    DataOutputStream dos = new DataOutputStream(os);         //   writting object
    try {
      dos.writeShort(message.length());     // Write the message's length to buffer
      dos.writeBytes(message);              // Write the message contents to buffer
      byte[] buffer = os.toByteArray();     // Convert to byte array
      DatagramPacket dp = new DatagramPacket(buffer, buffer.length);  // Create packet
      send_one_packet(dp, netip, port, message);   // Send packet and log the event
    } catch (Exception e) {  // Catches all exceptions
      Log_loc("Error sending packet: " + e + "\n");
```

```
    }
  }
```

Finalmente, o método `send_one_packet` recebe um pacote UDP (classe `DatagramPacket`) e um endereço (classe `InetAddress`) como parâmetros, e com essa informação define o que falta no pacote (o endereço e o porto) e envia-o para a rede através do *socket*. Note que o código tem dois `catch` para exceções diferentes.

```
  private void send_one_packet(DatagramPacket dp, InetAddress netip /* destination IP */,
                               int port /* destination port */, String message) {
    try {
      dp.setAddress(netip);   // Set destination ip
      dp.setPort(port);       // Set destination port
      sock.send(dp);          // Send packet
      // Write message to jTextAreaLocal
      String to = netip.getHostAddress() + ":" + port;   // 'name' of remote host
      String log = formatter.format(new Date()) + " - sent to " + to
                   + " - '" + message + "'\n";
      Log_loc(log);           // Write to Local text area
    } catch (IOException e) {  // Communications exception
      Log_loc("Error sending packet: " + e + "\n");
    } catch (Exception e) {    // Other exception (e.g. null pointer, etc.)
      Log_loc("Error sending packet: " + e + "\n");
    }
  }
```

3.2. CHAT_UDP AVANÇADO – EXERCÍCIOS

Na segunda fase deste trabalho pretende-se que os alunos realizem um conjunto de três exercícios tendo por base a primeira fase do trabalho.

- O primeiro é realizar o envio de cinco mensagens (uma por segundo) durante 5 segundos, controlado por um temporizar, ao premir uma tecla "*Send 5*".
- O segundo corresponde a memorizar a última mensagem recebida de cada um dos outros utilizadores.
- O terceiro é enviar uma mensagem para um porto em todas as máquinas de uma rede.

3.2.1. Envio de mensagens usando um temporizador

Para realizar este exercício é necessário criar uma variável (objeto) temporizador (`timer`), que vai disparar o envio das mensagens. Recorde que o objeto temporizador já foi pensado como tendo um método de *callback*. Assim, não precisamos de mais uma *thread* para ele. Para controlar o número de vezes que ainda falta enviar, é usada uma variável `cnt` que funciona como contador – conta o número de vezes que o temporizador ainda deve disparar.

Exercício 4.2.1A: acrescente as seguintes variáveis à declaração da classe `Chat_udp`:

```
  private javax.swing.Timer timer;    // Timer object
  public volatile int cnt;            // Counter - messages left to send
```

Para usar um temporizador, é necessário criar a função `set_timer_function` que inicia o objeto `timer`, e que define a função que vai ser corrida cada vez que passar o tempo. Note que o temporizador fica criado mas não está ativo – só quando se invoca o método `start()`.

Exercício 4.2.1B: acrescente o seguinte método à classe `Chat_udp`:.

```
private void set_timer_function(int period /*ms*/) {
  java.awt.event.ActionListener act;      // Callback object
  act = new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      // Define the timer callback function
      if (cnt > 0) {      // While there are more packets to send …
        send_packet();    // Send the packet
        cnt--;            // Decrement the counter
      } else {  // Counter reached 0
        timer.stop();     // Stop the timer
      }
    }
  };
  timer = new javax.swing.Timer(period, act);  // Create the timer's object
}
```

Para que o objeto `timer` fique inicializado, é necessário chamar este método. Isso pode ser feito quando se selecionar o botão "*Active*" (no método `jToggleButtonActiveActionPerformed` da classe `Chat_udp`). Quando se desselecionar o botão "*Active*" também é necessário desligar o temporizador. Os dois exercícios seguintes abordam isto.

Exercício 4.2.1C: acrescente a invocação ao método `set_timer_function` passando como argumento 1 segundo (1000 ms). Deve ser colocado depois já terem sido criados com sucesso o *socket* e a *thread*.

Exercício 4.2.1D: acrescente o código que desliga o objeto `timer` quando o botão "*Active*" for desselecionado.

Para terminar, falta apenas acrescentar um botão "*Send 5*", que vai arrancar o temporizador.

Exercício 4.2.1E: acrescente um botão "*Send 5*" ao lado do "*Send*" e crie o método de tratamento ao botão de maneira a:

- arrancar o timer (com `timer.start();`) caso ele ainda não tivesse arrancado (pode saber isso com `timer.isRunning();`);
- inicializar convenientemente o valor de `cnt` de maneira a enviar 5 pacotes.

Lembre-se que `timer` pode ser igual a `null` (porque a aplicação pode não estar ativa).

3.2.2. Memorização da última mensagem dos utilizadores

Pretende-se que a aplicação memorize a última mensagem que recebeu de todos os utilizadores com quem está a comunicar. Para controlar esta funcionalidade, propõe-se a utilização de um botão com estado designado por "*Record*" (com o nome `jToggleButtonRecord`). Quando o botão estiver selecionado, todas as mensagens recebidas devem ser guardadas; quando se desligar o botão deve-se escrever todas as últimas mensagens de todos os utilizadores, um a um.

Exercício 4.2.2A: Acrescente um *Toggle Button* à interface gráfica, com o nome `jToggleButtonRecord` e com o texto "*Record*". Crie o método de tratamento do botão (com duplo clique no botão).

Para realizar esta funcionalidade vai ser usada uma lista indexada por identificador de utilizador remoto – constituído pela concatenação do *endereço IP*+":"+*número de porto*. (`HashMap<String,String>`).

Exercício 4.2.2B: acrescente a seguinte declaração da lista `record` à classe `Chat_udp`:

```
private HashMap<String, String> record = new HashMap<String, String>();
```

Cada vez que se recebe um pacote, é necessário criar uma *string* com o identificador de utilizador no método. De seguida, deve-se guardar na lista o pacote recebido associado ao identificador.

Exercício 4.2.2C: acrescente ao método `receive_packet` (apresentado na secção 3.1.4) a operação de registo na lista se o botão estiver selecionado:

```
if (jToggleButtonRecord.isSelected()) {  // If button is selected
  String str = formatter.format(date) + " - received from " + from + " - '" + msg +
               "'\n";
  record.put(from, str);   // Put string into the list associated to key from
}
```

Pretende-se escrever todos os registos e origens guardados na lista. Vai ser usado um iterador para percorrer a lista de chaves. A partir da chave vai-se usar o método `get` para obter o último pacote associado a cada utilizador. Por exemplo, pode-se saber o último pacote enviado por "127.0.0.1:20000" fazendo a invocação `String str= record.get("127.0.0.1:20000").`

Exercício 4.2.2D: acrescente à classe `Chat_udp` o método `write_record`, que escreve no terminal o conteúdo da lista e limpa a lista.

```
public void write_record() {
  Iterator<String> it = record.keySet().iterator(); // interator over keys
  while (it.hasNext()) {  // While there are more keys to get
    String remote = it.next();   // remote has next key
    System.out.println("\nCommunication with " + remote);
    System.out.println(record.get(remote));// Write the last message from remore
  }
  record.clear();  // Clear the list
}
```

Para terminar, falta apenas programar a função que trata o evento de premir o botão "Record" de forma a chamar o método `write_record` quando se desliga o botão "*Record*".

Exercício 4.2.2D: programe o método de tratamento do botão "*Record*" que criou no exercício 4.2.2A de maneira a invocar o método `write_record` apenas quando se desliga o botão; repare que a rotina vai ser corrida quando se liga e quando se desliga o botão.

3.2.3. Envio de pacotes para todos os computadores na rede

Este último exercício só deve ser realizado caso ainda faltem mais de 20 minutos para o fim da aula.

Pretende-se enviar um pacote para todos os computadores que estiverem ligados à rede, em vez de enviar apenas para um endereço IP. O laboratório 3.4 tem 11 máquinas na rede 172.16.54.0, ocupando os endereços IP 172.16.54.101 – 172.16.54.111.

Caso esteja noutra rede, poderá saber o endereço de rede a partir do endereço IP da máquina e da máscara de rede.

Para controlar o envio, poderá criar um botão com estado (*Toggle Button*) "*All*", que desde que esteja ligado leva ao envio para todas as máquinas da rede, no porto selecionado. Portanto,

todas as modificações têm apenas de ser feitas no método `send_packet`, que passa a chamar o método `send_one_packet` para todas as máquinas da rede.

Exercício 4.2.3:

1) Criar um *Toggle Button* "*All*";
2) Modificar o método `send_packet` para que caso o botão "*All*" esteja selecionado, gerar todos os endereços IP e chamar a função `send_one_packet`.

   Sugestão: pode criar uma *string* com o endereço IP, e posteriormente, convertê-la para o tipo `InetAddress`.