Handler e Looper

Long Operation

```
…
((Button)findViewById(R.id.Button01)).setOnClickListener(
        new OnClickListener() {
                @Override
                public void onClick(View v) {
                        int result = doLongOperation();
                                updateUI(result);
                }
        });
…
```

Long Operation e Thread

```
…
((Button)findViewById(R.id.Button01)).setOnClickListener(
        new OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
                (new Thread(new Runnable() {
                        @Override
                        public void run() {
                                int result = doLongOperation();
                                updateUI(result);
                        }
                })).start();
        }
…
```

Long Operation e Thread

```
…
((Button)findViewById(R.id.Button01)).setOnClickListener(
        new OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
                (new Thread(new Runnable() {
                        @Override
                        public void run() {
                                int result = doLongOperation();
                                updateUI(result);
                        }
                })).start();
        }
…
```

```
FATAL EXCEPTION: Thread-8
android.view.ViewRoot$CalledFromWrongThreadException: Only the orig ⏎
inal thread that created a view hierarchy can touch its views.
    at android.view.ViewRoot.checkThread(ViewRoot.java:2802)
    at android.view.ViewRoot.requestLayout(ViewRoot.java:594)
```

Single Thread Model

- Il thread creato all'avvio dell'applicazione è quello incaricato di gestire eventi e oggetti grafici
  - è chiamato il main thread

- Due regole:
  - Non bloccare il main thread
  - Non accedere agli oggetti grafici da thread che non sono il main thread

Soluzione 1

- Inviare il codice con l'aggiornamento al main thread
  - Il codice è contenuto nel metodo run di una Runnable

- Metodi di aiuto
  - Activity.runOnUiThread(Runnable)
  - View.post(Runnable)
  - View.postDelayed(Runnable, long)

Esempio

```
...
public void onClick(View v) {
        new Thread(new Runnable() {
                public void run() {
                        final Bitmap bitmap = loadImageFromNetwork(
                                "http://example.com/image.png");
                        mImageView.post(new Runnable() {
                                public void run(){
                                        mImageView.setImageBitmap(
                                                bitmap);
                                }
                        });
                }
        }).start();
}
...
```

>> La post permette di eseguire Runnable nel main Thread

Soluzione 2

- Inviare un messaggio al main thread
- I messaggi sono gestiti mediante una coda
  - Ogni messaggio viene gestito nel main thread che possiede la coda
- Gli oggetti che gestiscono questi messaggi si chiamano Handler
- Alcuni messaggi sono speciali e contengono una Runnable

Inviare un messaggio al main thread

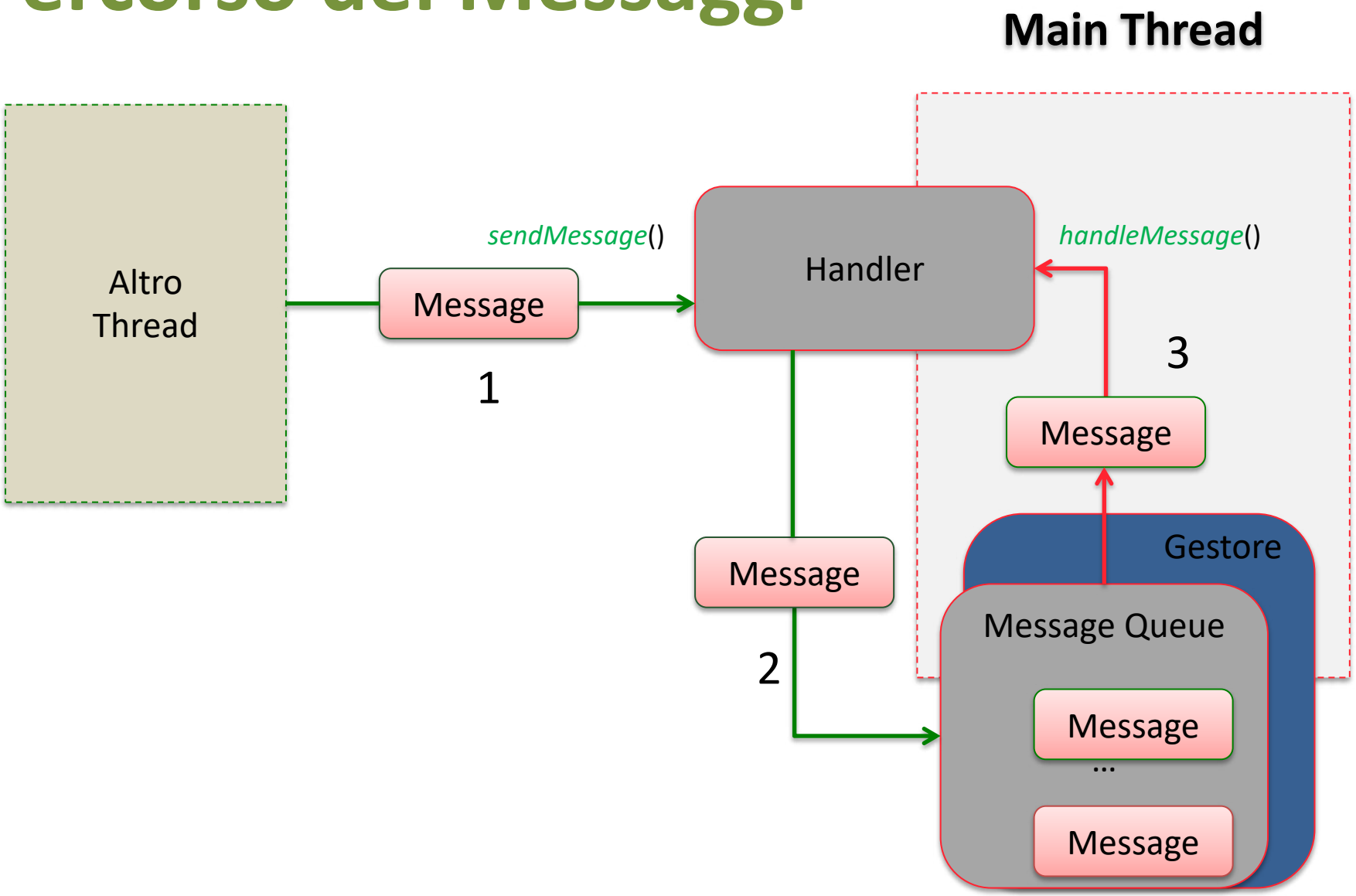
```
…
final Handler myHandler = new Handler(){
        public void handleMessage(Message msg) {
                updateUI((String)msg.obj);
        } };
…
(new Thread(new Runnable() {
        public void run() {
                Message msg = myHandler.obtainMessage();
                msg.obj = doLongOperation();
                myHandler.sendMessage(msg);
        }
})).start();
…
```

Esempio Handler

```
final Handler handler = new Handler() {
        public void handleMessage(android.os.Message msg) {
                switch (msg.what) {
                        case 0:
                                doSomething();
                                break;
                        case 1:
                                doSomethingElse();
                                break;
                        default:
                                super.handleMessage(msg);
                }
        }
};
…
```

```
android.os.Message newmsg = handler.obtainMessage(1); // oppure 0 o niente
Bundle b = new Bundle();
b.putString(”key", ”value");
newmsg.setData(b);
handler.sendMessage(newmsg);
```

Percorso dei Messaggi



Handler

- Un Handler è una classe che permette a due o più thread di scambiarsi informazioni di tipo Message e/o Runnable.
  - il Runnable viene messo nel messaggio
- Un Handler è “associato” solo al thread che lo ha creato.
- La coda utilizzata di default dall’Handler per accodare i messaggi è quella del thread che lo ha creato
  - se ne può impostare una diversa passandola come argomento al costruttore
- L’Handler si occupa di inserire i messaggi in coda e di gestire quelli che gli vengono recapitati dalla coda.

Metodi dell'Handler

- Metodi per spedire Messagge:
  - handler.*sendMessage*(Message)
  - handler.*sendMessageAtFrontOfQueue*(Message)
  - handler.*sendMessageAtTime*(Message,long)
  - handler.*sendMessageDelayed*(Message,long)
- Metodi per inviare Runnable:
  - handler.*post*(Runnable)
  - handler.*postDelayed*(Runnable, long)
  - handler.*postAtTime*(Runnable, long)
- Metodi per gestire la ricezione
  - *dispatchMessage*(Message)
  - *handleMessage*(Message)

Post a Message

- *post*(Runnable r)

```
public final boolean post(Runnable r){
    return  sendMessageDelayed(getPostMessage(r), 0);
}
```

- *postDelayed*(Runnable, long)

```
public final boolean postDelayed(Runnable r, long delayMillis){
    return  sendMessageDelayed(getPostMessage(r), delayMillis);
}
```

- *postAtTime*(Runnable, long)

```
public final boolean postAtTime(Runnable r, long uptimeMillis){
    return  sendMessageAtTime(getPostMessage(r), uptimeMillis);
}
```

Messaggi Runnable

- Runnable to Message
  - *getPostMessage*(Runnable)

```
private final Message getPostMessage(Runnable r)
{
        Message m = Message.obtain();
        m.callback = r;
        return m;
}
```

Ritorna un Message da un pool

Send Message

- *sendMessage*(Message)

```
public final boolean sendMessage(Message msg)
{
    return  sendMessageDelayed(msg, 0);
}
```

- *sendMessageDelayed*(Message, long)

```
public final boolean sendMessageDelayed(Message msg, long delayMillis)
{
      if (delayMillis < 0)
         delayMillis = 0;

      return sendMessageAtTime(msg, SystemClock.uptimeMillis() + delayMillis);
}
```

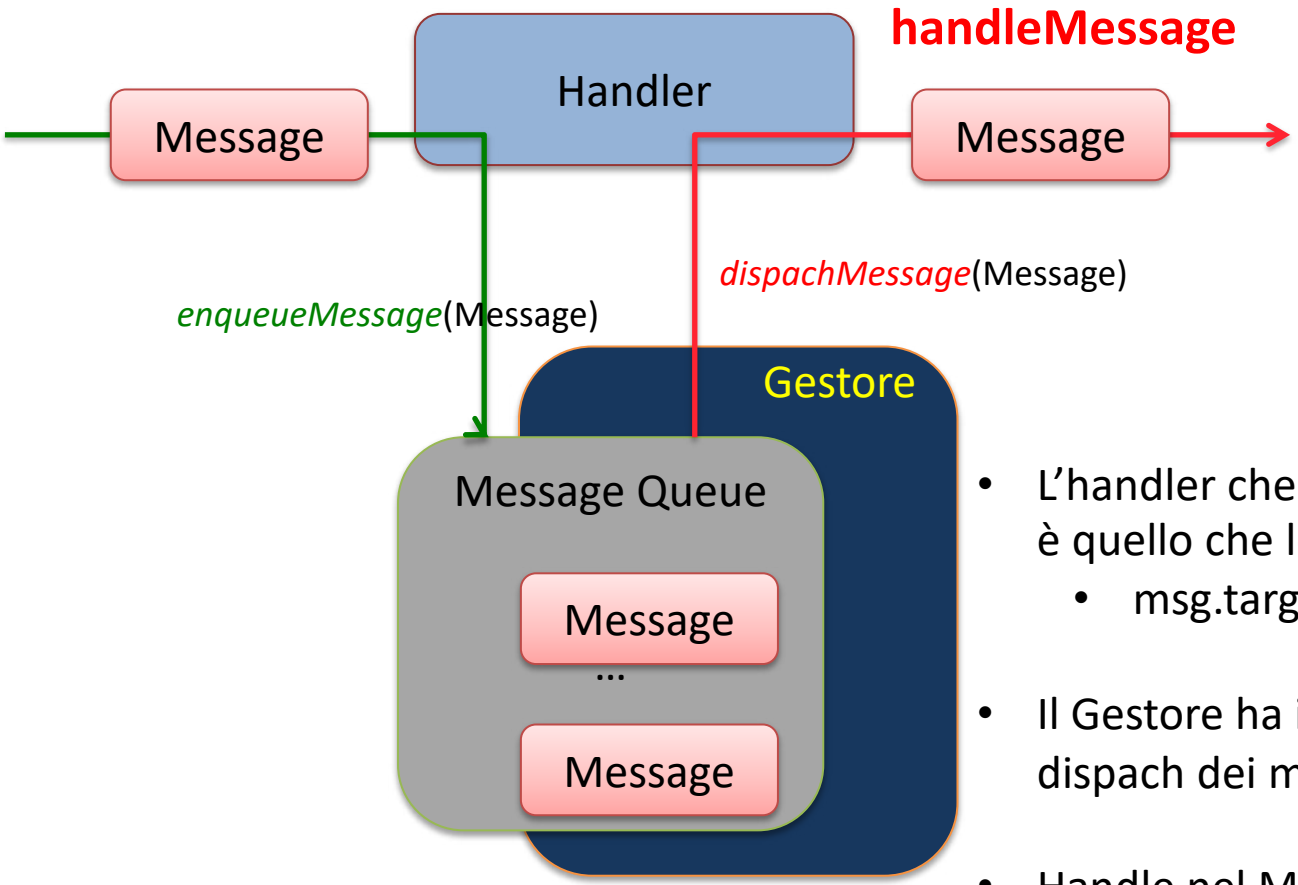
Accodamento Messaggio

- *sendMessageAtTime*(Message, long)

```
public boolean sendMessageAtTime(Message msg, long uptimeMillis)
{
    boolean sent = false;
    MessageQueue queue = mQueue;

    if (queue != null) {
        msg.target = this;
        sent = queue.enqueueMessage(msg, uptimeMillis);
    }
    else {
        RuntimeException e = new RuntimeException(
                                    this + " sendMessageAtTime() called with no mQueue");
        Log.w("Looper", e.getMessage(), e);
    }
    return sent;
}
```

Message Queue



- L'handler che "gestisce" il messaggio è quello che lo ha accodato
  - msg.target
- Il Gestore ha il compito di operare il dispach dei messaggi
- Handle nel Main thread
  - accodamento può essere in un altro thread

Message Handling

- *dispatchMessage*(Message)

```
new Handler()
{

    public void dispatchMessage(Message msg)
    {
        if (msg.getCallback() != null)
            executeRunnable(msg.getCallback());
        else
            handleMessage(msg);
    }
};
```

Message Handling

- *handleMessage (Message msg)*

```
new Handler()
{
    @Override
    public void handleMessage (Message msg)
    {
        doSomethingWithMessage(msg);
    }
};
```

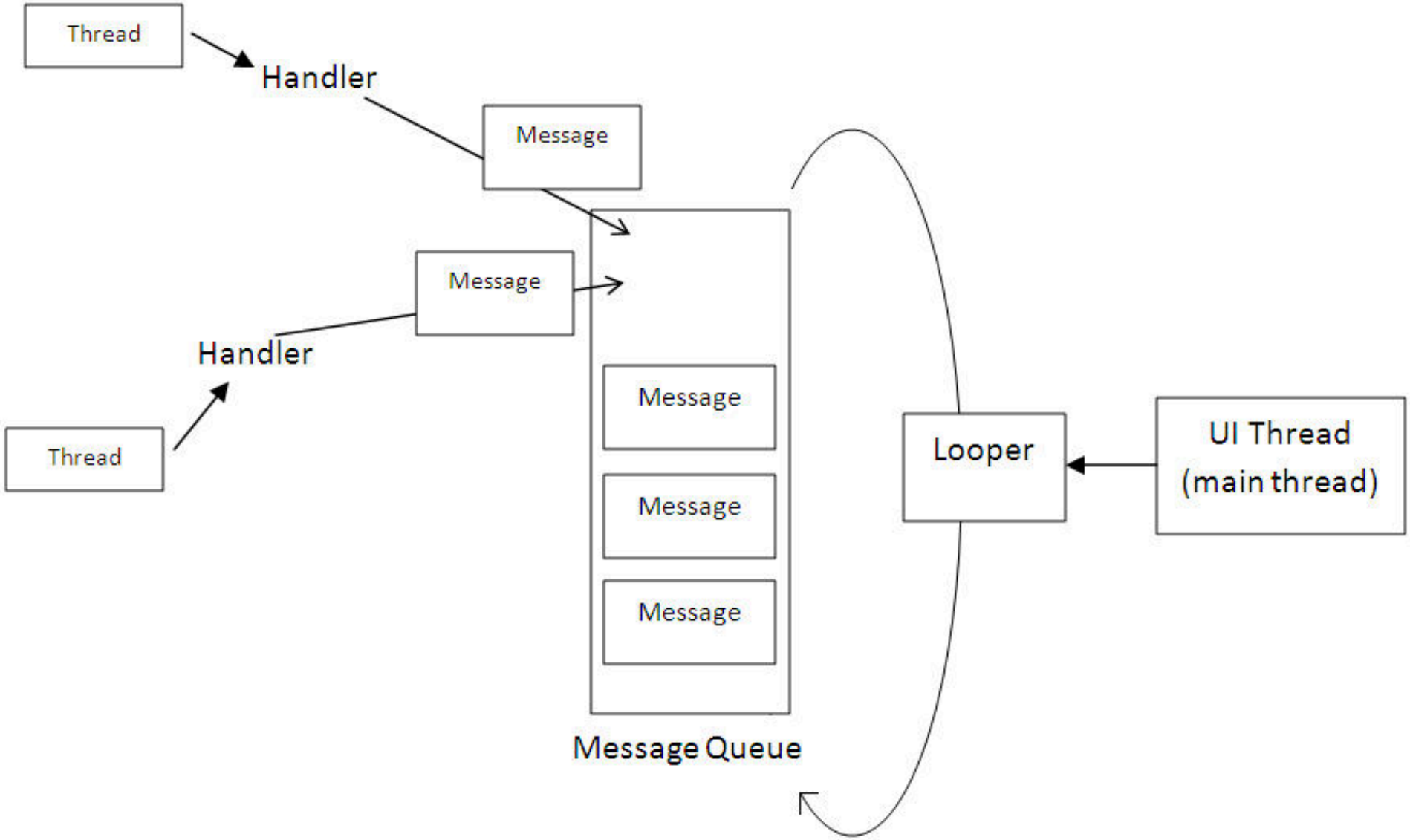
Handler e Runnable

```
final Handler myHandler = new Handler();
...

(new Thread(new Runnable() {
        public void run() {
                final String res = doLongOperation();
                myHandler.post(new Runnable() {
                        public void run() {
                                updateUI(res);
                        }
                });
        }
})).start();
...
```

Le activity usano l'handler

```
…
public final void runOnUiThread(Runnable action) {
        if (Thread.currentThread() != mUiThread) {
                mHandler.post(action);
        } else {
                action.run();
        }
}
…
```


Thread
Handler
Message
Message
Handler
Thread
Message
Message
Message
Message Queue
Looper
UI Thread
(main thread)

Un “Pipeline Thread”

- Il **Pipeline Thread** possiede una coda di “task”da eseguire
  - i task sono “unità” di lavoro da compiere
- Altri thread inseriscono task nella coda
  - lo possono fare in modo asincrono
  - la coda gestisce la concorrenza sull’accesso
- Il **Pipeline Thread** esegue i task uno dopo l’altro e attende nuovi task se la coda è vuota

La classe che trasforma un thread in un pipeline thread si chiama Looper

- Il gestore della coda

Looper

- Il Looper è la classe che gestisce la **MessageQueue** associata ad un Thread.
- Un Looper è associato solo ad un singolo Thread
  - ma può essere legato a più Handler.
- Il Looper gestisce dei messaggi in modo asincrono, schedulandoli nel tempo ed inviandoli all'handler che li ha creati
- Il legame tra Thread e Looper si instaura a seguito della chiamata statica Looper.prepare()
  - nel caso del main Thread con la chiamata Looper.prepareMainLooper()

Creare altri Pipeline Thread

```
…
        public void run() {
                try {
                        Looper.prepare();
                        handler = new Handler();
                        Looper.loop();                  ← il thread è in loop qui
                } catch (Throwable t) {
                        Log.e(TAG, "halted due to an error", t);
                }
        }

…
handler.post(new Runnable() {
        public void run() {
                // viene eseguito nella pipeline
        }
});
…
```

Creazione del looper

Looper.prepare()

```
public static final void prepare()
{
    if (sThreadLocal.get() != null) {
        throw new RuntimeException("Only one Looper may be created
                                                per thread");
    }
    sThreadLocal.set(new Looper());
}
```

Loop

- Looper. *loop()*

```
public static final void loop() {
    Looper me = myLooper();
    MessageQueue queue = me.mQueue;

    while (true) {
        msg = queue.next();
        if (msg != null) {
            if (msg.target == null)   // No target is a magic identifier for the quit message.
                return;
            msg.target.dispatchMessage(msg);
            msg.recycle();
        }
    }
}
```

Associazione Handler-Looper

```
public Handler()
{
    if (FIND_POTENTIAL_LEAKS)
    {
        final Class<? extends Handler> klass = getClass();
        if ((klass.isAnonymousClass() || klass.isMemberClass() || klass.isLocalClass()) &&
                (klass.getModifiers() & Modifier.STATIC) == 0) {
            Log.w(TAG, "The following Handler class should be static or leaks might occur: " +
                klass.getCanonicalName());
         }
     }

    mLooper = Looper.myLooper();
    if (mLooper == null) {                          1) Non esiste un Handler senza un looper
        throw new RuntimeException(
                "Can't create handler inside thread that has not called Looper.prepare()");
    }
    mQueue = mLooper.mQueue;                        2) La coda usata dall'Handler è presa dal Looper
    mCallback = null;
}
```

Thread Local

sThreadLocal			
Thread 1	Thread 2	Thread 3	Thread 4
Looper 1	Looper 2	Looper 3	Looper 4

- Ogni thread “vede” il suo looper
  - variabile statica con scope il thread corrente
- Pattern ThreadLocal
  - la classe Looper dichiara un avariabile **static final** di tipo **ThreadLocal**
  - quando chiamo Looper.prepare() nel TL viene creata una associazione Looper-Thread
    - Il TL gestisce una map
  - un Handler richiede un looper con **Looper.myLooper()**
    - viene ritornato quello associato al thread corrente
    - sThreadLocal.get();

Terminare un loop

- quit()

```
public void quit()
{
    // NOTE: By enqueueing directly into the message queue, the
    // message is left with a null target.  This is how we know it is
    // a quit message.
    Message msg = Message.obtain();
    mQueue.enqueueMessage(msg, 0);
}
```

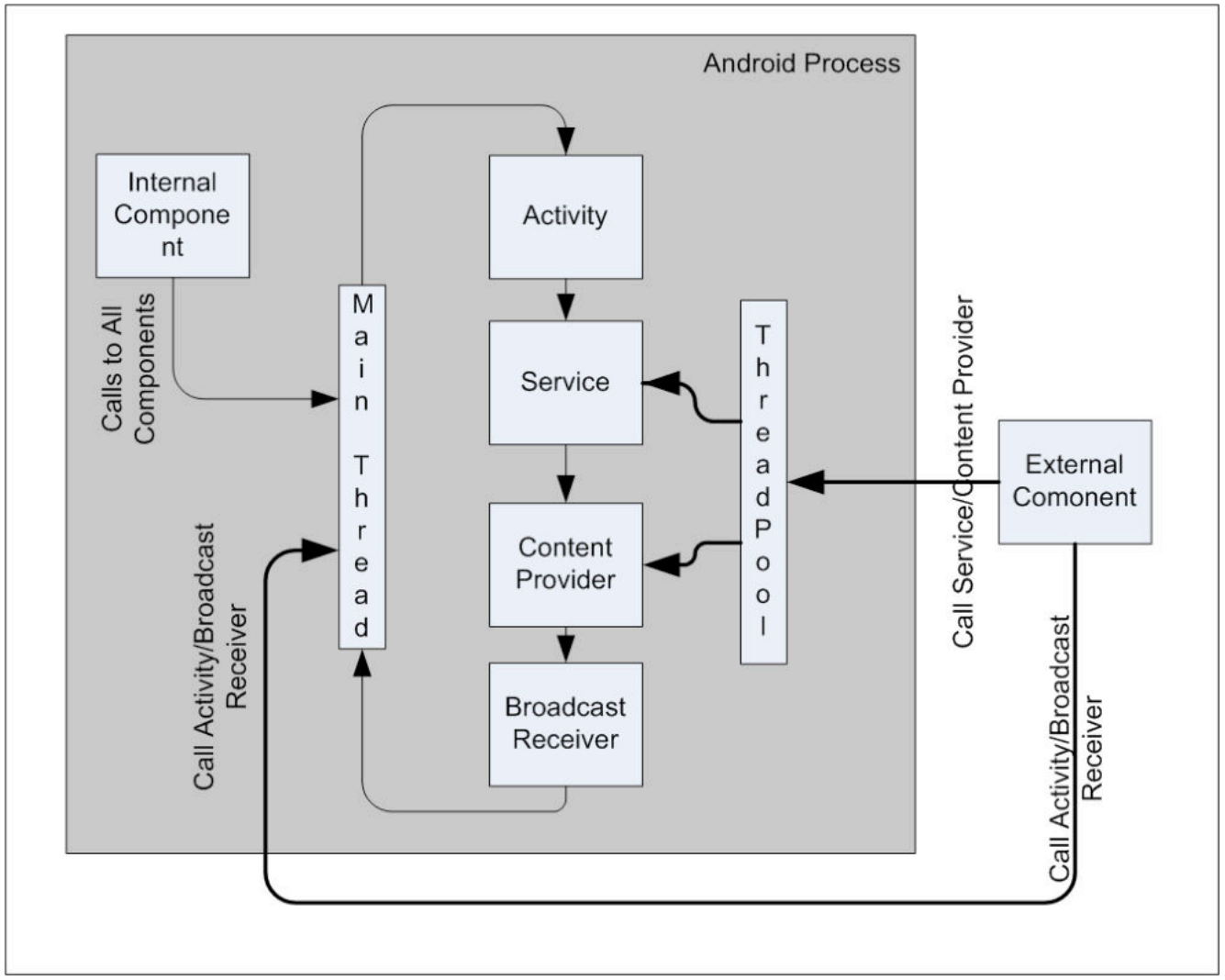
- La chiamata looper.quit() deve essere fatta da un altro Thread ma sull'istanza di Looper che si vuole terminare.

La main dell'app

```
public static void main(String[] args) {
        …
        Looper.prepareMainLooper();
        if (sMainThreadHandler == null) {
                sMainThreadHandler = new Handler();
        }
        …

        Looper.loop();
        throw new RuntimeException(
                        "Main thread loop unexpectedly exited");
}
```

Android Architecture



Associazione Looper-Handler

Thread A

```
public void run()
{
    Looper.prepare();
    handlerA = new Handler();
    Looper.loop();
}

public Looper getLooper()
{
  return handlerA.getLooper();
}
```

Thread B

```
public void run()
{
    handlerB = new Handler(looperA);

    Message msg   = new Message();
    Bundle  bundle = new Bundle();
    bundle.putString("key", "value");
    msg.setData(bundle);

    handlerB.sendMessage(msg);
}
```

Errori comuni 1

```
Class ThreadB extends Thread
{
    Handler handlerB ;

    public void run()
    {
          handlerB = new Handler() {
           @Override
           public void handleMessage(Message msg)
           {
               doSomethingWithMsg(msg);
           }
       }
    }
}
```

Errori comuni 1

```
Class ThreadB extends Thread
{
    Handler handlerB ;

    public void run()
    {
            handlerB = new Handler() {
             @Override
             public void handleMessage(Message msg)
             {
                 doSomethingWithMsg(msg);
             }
        }
    }
}
```

- Manca Looper.prepare() e Looper.loop()

Errori comuni 2

```
class ThreadA extends Thread
{
    Handler handlerA;

    public ThreadA()
    {
        handlerA = new Handler() {
            @Override
            public void handleMessage(Message msg)
            {
                doSomethingWithMsg(msg);
            }
        }
    }

   public run(){
                Looper.prepare();
                Looper.loop();
   }

}
```

Errori comuni 2

```
class ThreadA extends Thread
{
    Handler handlerA;

    public ThreadA()
    {
        handlerA = new Handler() {
            @Override
            public void handleMessage(Message msg)
            {
                doSomethingWithMsg(msg);
            }
        }
    }

   public run(){
                Looper.prepare();
                Looper.loop();
   }

}
```

Handler istanziato nel costruttore – thread “sbagliato”!!

Errori comuni 3

```
Message msg   = new Message();
Bundle  bundle = new Bundle();
msg.setData(bundle);
msg.setTarget(handlerA);
handlerB.sendMessage(msg);
```

Errori comuni 3

```
Message msg   = new Message();
Bundle  bundle = new Bundle();
msg.setData(bundle);
msg.setTarget(handlerA);
handlerB.sendMessage(msg);
```

1 – Questa chiamata sovrascrive il target (Handler di destinazione)

- Message.setTarget(Handler)

Se si utilizza la chiamata sendMessage(), nel campo target del messaggio viene salvato l'Handler dal quale si sta effettuando la chiamata, andando a sovrascrivere eventuali target precedenti.