Fly on the Cloud

Matteo Fanfarillo   
*Facoltà di Ingegneria Informatica*  
*Università degli Studi di Roma Tor Vergata*Alatri, Italia   
matteo.fanfarillo99@gmail.com

Luca Capotombolo   
*Facoltà di Ingegneria Informatica*  
*Università degli Studi di Roma Tor Vergata*Monterotondo, Italia  
capoluca99@gmail.com

*Abstract*—L’obiettivo di questo documento è quello di descrivere l’architettura dell’applicazione, le scelte progettuali effettuate, l’implementazione realizzata, le limitazioni riscontrate e la piattaforma software usata per lo sviluppo.

Keywords—microservizio.

# Architettura e scelte progettuali

## Descrizione dell’applicazione

L'applicazione, dal nome *Fly on the Cloud*, consente di effettuare l'acquisto di biglietti aerei. Esistono due tipologie di utenti: i turisti, che acquistano i biglietti, e le compagnie aeree, che forniscono le informazioni relative ai voli. Entrambe le tipologie di utenti hanno la necessità di registrarsi al sito per poter sfruttare le funzionalità del sistema.

Il turista può acquistare i biglietti aerei per conto di una o più persone. A tal proposito, se vuole, ha la possibilità di selezionare il posto (o i posti) a sedere e i servizi aggiuntivi di cui vuole usufruire (i.e. bagaglio in stiva aggiuntivo medio, bagaglio in stiva aggiuntivo grande, bagaglio speciale, animale domestico in cabina, assicurazione bagagli e trasporto neonato). Prima della conferma di prenotazione, il sistema fornirà qualche suggerimento sull’acquisto dei biglietti: in particolare, indicherà all’utente in quale data potrebbe essere più conveniente effettuare la prenotazione nell’ottica di risparmiare sul prezzo dei biglietti. Tale suggerimento viene generato sulla base dell’andamento dei prezzi dei biglietti di tutti i voli al variare del tempo. Per portare a termine la prenotazione, l’utente dovrà effettuare il pagamento.

La compagnia aerea può aggiungere un nuovo volo disponibile all’interno del sistema e può cambiare il prezzo di un volo inserito precedentemente, della selezione dei posti a sedere e dei servizi aggiuntivi.

## Descrizione dell’architettura

Come richiesto dalle specifiche, per lo sviluppo dell’applicazione è stata usata un’architettura a microservizi, dove ciascun microservizio mira a risolvere uno specifico sottoproblema relativo al funzionamento dell’applicazione. In particolare, sono stati individuati i seguenti microservizi: front-end, iscrizione al sito (**registration**), prenotazione di un volo (**booking**), gestione delle informazioni sui voli (**flights management**), suggerimento sull’acquisto dei biglietti (**suggestions**) e pagamento (**payment**). Più precisamente:

* Il microservizio di front-end comunica direttamente con tutti gli altri microservizi in modo tale da poter visualizzare a schermo tutte le informazioni necessarie e, in generale, fare da intermediario tra il client e la logica applicativa dell’applicazione (implementata appunto dagli altri microservizi).
* Il microservizio payment comunica col microservizio booking per poter registrare i pagamenti assieme alle informazioni relative a ciascun volo prenotato.
* Il microservizio flights management comunica col microservizio booking perché, per prenotare un volo o per aggiungerlo/modificarlo, sono necessarie sia le informazioni strettamente correlate con booking (i.e. lista dei voli disponibili e dei posti liberi per ciascun volo), sia le informazioni strettamente correlate con fligt management (i.e. prezzo aggiuntivo per la selezione dei posti a sedere e per la selezione dei servizi extra).
* Il microservizio booking comunica col microservizio suggestions poiché quest’ultimo deve disporre dello storico dei prezzi di ciascun volo; dunque, periodicamente, booking deve inviare a suggestions il prezzo attuale di tutti i voli disponibili in modo tale che suggestions aggiorni il proprio storico.

Ciascun microservizio gira all’interno di un container per facilitare il deploy dell’applicazione. Perciò, la comunicazione tra microservizi si traduce in una comunicazione tra container.

## Descrizione delle scelte progettuali

La comunicazione tra i vari microservizi avviene mediante RPC (Remote Procedure Call) oppure mediante coda di messaggi. In particolare si è scelto di inserire una coda di messaggi nell’interazione tra booking e suggestions poiché qui è sufficiente che booking invii (attraverso un meccanismo di push) delle informazioni a suggestions, senza dover ricevere un messaggio di risposta: dunque, in questo contesto, una comunicazione one-to-one asincrona che offra disaccoppiamento temporale è adeguata. In tutti gli altri casi, si è scelto di utilizzare una comunicazione basata su RPC poiché si tratta di interazioni basate su richiesta-risposta dove il servizio client, per poter proseguire correttamente la sua esecuzione, deve in ogni caso attendere un riscontro da parte del servizio server.

Per migliorare la scalabilità dell’applicazione, tutti i microservizi, eccetto suggestions, sono stati implementati in maniera stateless, ovvero in modo tale che il database non sia incluso all’interno dei microservizi stessi, bensì in un ambiente esterno.

Per migliorare il disegno dell’architettura a microservizi, sono stati applicati alcuni design pattern, di cui il database per service (per far sì che ciascun microservizio disponga di un proprio database privato) e il saga (per gestire agevolmente le transazioni che coinvolgono più microservizi, dato che si tratta di transazioni che insistono su molteplici database).

È stato inoltre implementato un meccanismo di discovery che permetta a ciascun container di identificare l’indirizzo IP degli altri container con cui vuole comunicare, in modo tale che sia possibile instaurare un’interazione tra i microservizi. Tale meccanismo di discovery è stato implementato in modo centralizzato.

Infine, sono stati adottati i seguenti meccanismi di sicurezza:

* **Encryption**: i messaggi scambiati tra i container vengono cifrati per ottenere la confidenzialità dei dati.
* **Autenticazione dei container**: ogni volta che due container devono comunicare tra loro, seguono il protocollo di autenticazione CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol): sia A il container che si deve autenticare e sia B il container autenticatore. Allora, B invia ad A un nonce n, ed A dovrà rispondere con F(pwd, n), dove pwd è la password necessaria per A per autenticarsi e F() è una funzione hash crittografica. La password è memorizzata in chiaro in un apposito database detenuto dal container B. Quest’ultimo, per verificare la correttezza delle credenziali immesse da A, dovrà calcolare a sua volta F(real\_pwd, n) (dove real\_pwd è la password corretta memorizzata nel database) e confrontare il valore ottenuto con quello ricevuto dal container A.
* **Autenticazione dell’utente**: come già detto in precedenza, l’utente, per poter usufruire dell’applicazione, ha bisogno di registrarsi al sistema. Tuttavia, è stato necessario adottare dei particolari meccanismi aggiuntivi che non consentano all’utente di bypassare il login / l’iscrizione giungendo direttamente a una qualunque schermata dell’applicazione semplicemente digitando il relativo URL sul browser.

# Implementazione realizzata

## Registration

Nel momento in cui l’utente deve registrarsi per la prima volta all’interno del sistema, deve compilare un form con i dati anagrafici, la email, la password scelta, la tipologia di utente (turista o compagnia aerea) e l’eventuale compagnia aerea specifica per conto della quale si vuole loggare. Una volta immessi questi dati, il microservizio front-end si occupa di inviarli a registration mediante chiamata RPC, cosicché registration possa memorizzarli all’interno della tabella del database che tiene traccia di tutti gli utenti iscritti al sistema.

Nel momento in cui l’utente deve accedere al sistema le volte successive alla prima, deve semplicemente inserire email e password. Dopodiché il front-end li invia a registration mediante chiamata RPC, in modo tale che regitration confronti le credenziali immesse dall’utente con le informazioni memorizzate nel database: se corrispondono il login ha successo, altrimenti regitration dovrà comunicare (sempre tramite RPC) al front-end che si è verificato un errore, cosicché il front-end potrà restituire al client una pagina di errore.

## Booking

Il caso d’uso proprio del turista è l’acquisto dei biglietti aerei. In particolare, il turista deve inserire la data del volo che vuole prenotare, l’aeroporto di partenza, l’aeroporto di arrivo e il numero di biglietti da acquistare (chiaramente è possibile acquistare più biglietti insieme per agevolare la prenotazione dei voli per gruppi di persone). Dopodiché, il front-end invia i dati a booking, il quale va a recuperare tutti i voli che matchano con le informazioni immesse dall’utente e che hanno un numero di posti disponibili non minore del numero di biglietti da acquistare, e li restituisce a sua volta al front-end. A questo punto, il turista deve selezionare il volo che preferisce e deve comunicare al sistema se vuole scegliere i posti a sedere (ed eventualmente quali) e di quali servizi aggiuntivi vuole usufruire. Tuttavia, affinché possa restituire al front-end le informazioni (i.e. i prezzi) relative ai posti a sedere e ai servizi extra, il microservizio booking deve contattare a sua volta flights management mediante chiamata RPC, poiché tali informazioni sono memorizzate all’interno del database detenuto da flights management. Ricapitolando, il flusso logico completo per ottenere e mostrare all’utente i prezzi dei posti a sedere e i servizi extra è il seguente:

# Prepare Your Paper Before Styling

Before you begin to format your paper, first write and save the content as a separate text file. Complete all content and organizational editing before formatting. Please note sections A-D below for more information on proofreading, spelling and grammar.

Keep your text and graphic files separate until after the text has been formatted and styled. Do not use hard tabs, and limit use of hard returns to only one return at the end of a paragraph. Do not add any kind of pagination anywhere in the paper. Do not number text heads-the template will do that for you.

## Abbreviations and Acronyms

Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even after they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title or heads unless they are unavoidable.

## Units

* Use either SI (MKS) or CGS as primary units. (SI units are encouraged.) English units may be used as secondary units (in parentheses). An exception would be the use of English units as identifiers in trade, such as “3.5-inch disk drive”.
* Avoid combining SI and CGS units, such as current in amperes and magnetic field in oersteds. This often leads to confusion because equations do not balance dimensionally. If you must use mixed units, clearly state the units for each quantity that you use in an equation.
* Do not mix complete spellings and abbreviations of units: “Wb/m2” or “webers per square meter”, not “webers/m2”. Spell out units when they appear in text: “. . . a few henries”, not “. . . a few H”.

Identify applicable funding agency here. If none, delete this text box.

* Use a zero before decimal points: “0.25”, not “.25”. Use “cm3”, not “cc”. (*bullet list*)

## Equations

The equations are an exception to the prescribed specifications of this template. You will need to determine whether or not your equation should be typed using either the Times New Roman or the Symbol font (please no other font). To create multileveled equations, it may be necessary to treat the equation as a graphic and insert it into the text after your paper is styled.

Number equations consecutively. Equation numbers, within parentheses, are to position flush right, as in (1), using a right tab stop. To make your equations more compact, you may use the solidus ( / ), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use a long dash rather than a hyphen for a minus sign. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in:

*a**b* 

Note that the equation is centered using a center tab stop. Be sure that the symbols in your equation have been defined before or immediately following the equation. Use “(1)”, not “Eq. (1)” or “equation (1)”, except at the beginning of a sentence: “Equation (1) is . . .”

## Some Common Mistakes

* The word “data” is plural, not singular.
* The subscript for the permeability of vacuum **0, and other common scientific constants, is zero with subscript formatting, not a lowercase letter “o”.
* In American English, commas, semicolons, periods, question and exclamation marks are located within quotation marks only when a complete thought or name is cited, such as a title or full quotation. When quotation marks are used, instead of a bold or italic typeface, to highlight a word or phrase, punctuation should appear outside of the quotation marks. A parenthetical phrase or statement at the end of a sentence is punctuated outside of the closing parenthesis (like this). (A parenthetical sentence is punctuated within the parentheses.)
* A graph within a graph is an “inset”, not an “insert”. The word alternatively is preferred to the word “alternately” (unless you really mean something that alternates).
* Do not use the word “essentially” to mean “approximately” or “effectively”.
* In your paper title, if the words “that uses” can accurately replace the word “using”, capitalize the “u”; if not, keep using lower-cased.
* Be aware of the different meanings of the homophones “affect” and “effect”, “complement” and “compliment”, “discreet” and “discrete”, “principal” and “principle”.
* Do not confuse “imply” and “infer”.
* The prefix “non” is not a word; it should be joined to the word it modifies, usually without a hyphen.
* There is no period after the “et” in the Latin abbreviation “et al.”.
* The abbreviation “i.e.” means “that is”, and the abbreviation “e.g.” means “for example”.

An excellent style manual for science writers is [7].

# Using the Template

After the text edit has been completed, the paper is ready for the template. Duplicate the template file by using the Save As command, and use the naming convention prescribed by your conference for the name of your paper. In this newly created file, highlight all of the contents and import your prepared text file. You are now ready to style your paper; use the scroll down window on the left of the MS Word Formatting toolbar.

## Authors and Affiliations

**The template is designed for, but not limited to, six authors.** A minimum of one author is required for all conference articles. Author names should be listed starting from left to right and then moving down to the next line. This is the author sequence that will be used in future citations and by indexing services. Names should not be listed in columns nor group by affiliation. Please keep your affiliations as succinct as possible (for example, do not differentiate among departments of the same organization).

### For papers with more than six authors: Add author names horizontally, moving to a third row if needed for more than 8 authors.

### For papers with less than six authors: To change the default, adjust the template as follows.

#### Selection: Highlight all author and affiliation lines.

#### Change number of columns: Select the Columns icon from the MS Word Standard toolbar and then select the correct number of columns from the selection palette.

#### Deletion: Delete the author and affiliation lines for the extra authors.

## Identify the Headings

Headings, or heads, are organizational devices that guide the reader through your paper. There are two types: component heads and text heads.

Component heads identify the different components of your paper and are not topically subordinate to each other. Examples include Acknowledgments and References and, for these, the correct style to use is “Heading 5”. Use “figure caption” for your Figure captions, and “table head” for your table title. Run-in heads, such as “Abstract”, will require you to apply a style (in this case, italic) in addition to the style provided by the drop down menu to differentiate the head from the text.

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced. Styles named “Heading 1”, “Heading 2”, “Heading 3”, and “Heading 4” are prescribed.

## Figures and Tables

#### Positioning Figures and Tables: Place figures and tables at the top and bottom of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be below the figures; table heads should appear above the tables. Insert figures and tables after they are cited in the text. Use the abbreviation “Fig. 1”, even at the beginning of a sentence.

1. Table Type Styles

| Table Head | Table Column Head | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Table column subhead | Subhead | Subhead |
| copy | More table copya |  |  |

1. Sample of a Table footnote. (*Table footnote*)
2. Example of a figure caption. (*figure caption*)

Figure Labels: Use 8 point Times New Roman for Figure labels. Use words rather than symbols or abbreviations when writing Figure axis labels to avoid confusing the reader. As an example, write the quantity “Magnetization”, or “Magnetization, M”, not just “M”. If including units in the label, present them within parentheses. Do not label axes only with units. In the example, write “Magnetization (A/m)” or “Magnetization {A[m(1)]}”, not just “A/m”. Do not label axes with a ratio of quantities and units. For example, write “Temperature (K)”, not “Temperature/K”.

##### Acknowledgment *(Heading 5)*

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g”. Avoid the stilted expression “one of us (R. B. G.) thanks ...”. Instead, try “R. B. G. thanks...”. Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

##### References

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first ...”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the abstract or reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors’ names; do not use “et al.”. Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [4]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [5]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

1. G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529–551, April 1955. *(references)*
2. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
3. I. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
4. K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
5. R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” J. Name Stand. Abbrev., in press.
6. Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
7. M. Young, The Technical Writer’s Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.