



Laboratory of Computer Science Education

Università di Trento | a.a. 2021/22

Minecraft Boolean Edition

Algebra booleana e porte logiche

Nicola Arpino, Andrea Balasso, Edoardo Schioccola

Indice

Indice	1
Introduzione	2
Idea	2
Prerequisiti	2
Obiettivi formativi	3
Metodologie	4
Descrizione	5
Pianificazione oraria	5
Contenuti	5
Attenzioni didattiche	6
Scaffolding	6
Misconception	6
Criticità di Minecraft	7
Esempi unplugged	8

Introduzione

Idea

Lo spunto iniziale per la creazione di una serie di lezioni condotte tramite Minecraft deriva dalla lezione di “prova” che abbiamo potuto tenere durante il corso, durante la quale abbiamo potuto constatare quanto Minecraft potesse essere un tool interessante, che ci permette di mostrare in modo pratico diversi concetti.

Minecraft è un gioco cosiddetto “sandbox”, termine che richiama le potenzialità appunto di una sabbiera in ambito ludico, potendo modificare rapidamente l’ambiente secondo la propria creatività.

Se durante la lezione condotta in classe abbiamo sfruttato la possibilità di programmare (tramite programmazione a blocchi o script in python) un agent, per questa seconda lezione abbiamo preferito concentrarci sul permettere di visualizzare concetti più astratti tramite gli strumenti che Minecraft offre. L’algebra booleana - argomento che già avevamo identificato come di interesse per una lezione - si prestava ad essere applicata su un tool come Minecraft.

Il progetto quindi si pone come obiettivo il rendere più comprensibile - attraverso esempi pratici su Minecraft e esercizi unplugged - un argomento visto da molti come poco comprensibile e fin troppo astratto [Goldman et al. 2010].

Si è cercato di integrare accenni a diverse materie al fine di proporre - nonostante il numero limitato di ore sul quale pianificare il progetto - una struttura interdisciplinare. Se non è stato possibile realizzare un vero e proprio percorso interdisciplinare, si è cercato di fornire concetti che riducessero l’astrazione nell’argomento principale dell’Algebra Booleana.

Prerequisiti

In questo progetto si suppone che essi abbiano già acquisito le abilità seguenti:

- Conoscenze di base riguardanti le variabili booleane;
- Nozioni base riguardanti le espressioni condizionali;

Questo progetto è rivolto agli studenti ai primi anni del triennio (in particolare Liceo Scientifico indirizzo scienze applicate).

Per questo indirizzo l’algebra booleana e logica sono argomenti il cui insegnamento è previsto al secondo anno, contestualmente allo studio dei principi della programmazione e della codifica binaria¹, per cui questa serie di lezioni vuole porsi o come potenziamento al programma già trattato, o come sostituzione dello stesso, andando quindi a riprendere fin dal principio gli argomenti di logica. Nella pianificazione di durata complessiva di 4 ore si assume che gli studenti abbiano già ricevuto informazioni di base sulle variabili booleane e le espressioni booleane, ma non è richiesta una conoscenza approfondita delle regole di DeMorgan e semplificazione delle espressioni booleane.

¹ [Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca - Decreto 7 ottobre 2010, n. 211 - Allegato F](#)

Obiettivi formativi

Gli obiettivi principali del progetto sono rivolti alla creazione di una più solida conoscenza dell'algebra booleana, sia per quanto riguarda l'utilizzo della stessa nella formalizzazione di problemi concreti, sia nell'utilizzo delle espressioni booleane in ambito di programmazione.

- Comprensione approfondita dell'Algebra di Boole;
- Pratici utilizzi della semplificazione di espressioni booleane;
- Apprendimento delle regole o proprietà di equivalenza degli operatori;
- Favorire un apprendimento utilizzando Minecraft (lato "utile" didatticamente del videogioco).

L'utilizzo di Minecraft nell'azione didattica è volto a fornire allo studente un tool in grado di presentargli in maniera semplice e immediata concetti spesso esposti in maniera astratta. Uno degli obiettivi è quindi passare da un'algebra booleana dove le tabelle di verità sono uno strumento utilizzato ai fini della spiegazione, a un'algebra booleana dove le tabelle stesse sono invece un prodotto (finale o intermedio) del percorso didattico tramite il quale lo studente affronta gli argomenti presentati.

Nonostante la natura prevalentemente ludica di un gioco come può esser Minecraft, riteniamo l'impiego dello stesso come particolarmente stimolante, facilmente comprensibile sin da subito dagli studenti. In riferimento alle indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento, è evidenziato come la pratica laboratoriale è uno strumento previsto e raccomandato.

“Guida lo studente ad approfondire ed a sviluppare le conoscenze e le abilità ed a maturare le competenze necessarie per seguire lo sviluppo della ricerca scientifica e tecnologica e per individuare le interazioni tra le diverse forme del sapere, assicurando la padronanza dei linguaggi, delle tecniche e delle metodologie relative, anche attraverso la pratica laboratoriale.”²

“Il rapporto fra teoria e pratica va mantenuto su di un piano paritario e i due aspetti vanno strettamente integrati”³

² [Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca - Decreto 7 ottobre 2010, n. 211 - Art. 2](#)

³ [Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca - Decreto 7 ottobre 2010, n. 211 - Allegato F](#)

Metodologie

Per quanto sia necessaria una fase di didattica “passiva” dove allo studente vengono presentati i concetti, il progetto si compone principalmente di esercizi pratici volti alla comprensione degli argomenti affrontati, e all’introduzione di nuovi concetti.

L’utilizzo di Minecraft consente la creazione di gruppi di lavoro, permettendo a tutti i membri di un gruppo di essere partecipanti attivi sul proprio computer, potendo contribuire in egual misura alla risoluzione dei problemi presentati nel mondo di gioco.

In relazione ai programmi ministeriali, viene più volte sottolineata la necessità di integrare teoria e pratica, con attenzione particolare rivolta alla comprensione dei concetti teorici alla base della sintassi e delle diverse componenti di un programma.

“L’uso di strumenti e la creazione di applicazioni deve essere accompagnata non solo da una conoscenza adeguata delle funzioni e della sintassi, ma da un sistematico collegamento con i concetti teorici ad essi sottostanti.”⁴

Abbiamo voluto porre attenzione a diversi concetti affrontati a lezione, in quanto particolarmente critici nell’organizzazione di una serie di lezioni dove è previsto l’utilizzo di un tool che può non essere conosciuto da tutti gli studenti. Di seguito i concetti critici e metodologie da applicare:

- Esercizi di difficoltà incrementale (scaffolding)
 - Necessità di preparare un ambiente di gioco che aiuti attivamente gli studenti nella comprensione dei concetti affrontati e nella risoluzione degli esercizi proposti;
- Passaggio a problemi e applicazioni “Pratiche” stile openbook
 - Il mondo di gioco e il materiale cartaceo di supporto fornito agli studenti deve prevedere esempi pratici di utilizzo dei concetti discussi (es. esercizio lampadine);
- Lavori di gruppo a coppie utilizzando lo stesso mondo
 - L’utilizzo di un unico mondo per accogliere tutti gli studenti è di difficile applicazione. Si preferisce l’utilizzo di un mondo per gruppo di lavoro, permettendo l’eventuale collaborazione e scambio tra vari gruppi tramite condivisione dei rispettivi mondi di gioco;
- Proposta di problemi complessi da risolvere a casa (“hard fun”)
- Introduzione ai concetti teorici in modo unplugged
 - È imprescindibile l’utilizzo di materiale cartaceo complementare all’utilizzo di Minecraft, al fine di fornire agli studenti materiale sul quale avere riassunti i concetti principali e sul quale poter studiare. Necessario evitare esercizi banali come può essere la compilazione della tabella di verità di una formula booleana. Un’attività del genere può invece essere integrata in esercizi più complessi, dove la compilazione della tabella di verità non sia il fine ultimo dell’esercizio, ma uno degli step nella risoluzione dello stesso;

⁴ [Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca - Decreto 7 ottobre 2010, n. 211 - Allegato F](#)

Descrizione

Pianificazione oraria

Per la pianificazione oraria del progetto si è tenuto il limite di tempo di 4 ore. Di queste 4 ore abbiamo deciso che il tempo destinato alla parte teorica dovesse essere inferiore a 1 ora e 30 minuti, prioritizzando quindi le attività pratiche (in laboratorio e unplugged) durante le quali comunque vengono presentati e integrati concetti teorici mediante spiegazioni e esempi pratici mirati.

Contenuti

Il programma prevede i seguenti argomenti relativi all'algebra booleana:

- Ripasso variabili Booleane: cosa sono, esempi di espressioni Booleane nell'informatica;
- Introduzione agli operatori semplici OR, AND, NOT e loro proprietà base;
 - Esempi di espressioni booleane con diversi operatori;
- Notazione operatori logici e porte logiche;
 - Esempi pratici di operatori e porte logiche;
 - Creazione circuito a partire da comportamento desiderato (tabella di verità);
- Introduzione al tool utilizzato e ai blocchi necessari;
 - Esempi delle potenzialità di Minecraft nella rappresentazione di circuiti;
 - Dimostrazione esercizio lampadine su Minecraft;
 - Esercizi pratici nel mondo di gioco tramite side-quest;
- Introduzione operatori più complessi: If-then (If-and-only-if e XOR previsti eventualmente come conclusione al programma o estensione dello stesso oltre le ore previste);
- Proprietà degli operatori logici e conversione da operatori complessi a operatori semplici, legge dell'assorbimento;
 - Esempi di semplificazione di espressioni booleane con operatori complessi in espressioni con operatori semplici;

La prima ora di lezione prevede introduzione teorica agli argomenti, supportata da attività unplugged. A partire dalla seconda ora, prevista introduzione a Minecraft.

Il materiale didattico preparato consiste nel mondo di gioco - da far trovare su ogni computer - e nelle slide. È possibile prevedere file PDF di ripasso contenenti gli argomenti principali, utili a programma finito come ripasso per gli studenti.

Attenzioni didattiche

Per garantire una maggiore comprensione degli argomenti trattati, sono integrate nell'attività didattica diverse metodologie affrontate a lezione. Di seguito vengono elencate le principali aree di interesse sulle quali ci si è concentrati nella pianificazione didattica e nella preparazione degli strumenti.

Scaffolding

Lo scaffolding è stata una metodologia applicata alla creazione del mondo su Minecraft, in modo da fornire alla classe un mondo facilmente accessibile anche a chi non ha mai giocato a Minecraft. Gli esempi e gli esercizi sono stati realizzati in modo da fornire parti già svolte, in modo da facilitare la comprensione dell'argomento e di evitare che la comprensione dell'utilizzo dei blocchi su Minecraft non diventi predominante rispetto all'argomento principale.

Lo scaffolding è stato messo in pratica realizzando nel mondo di gioco esercizi parzialmente risolti, nei quali viene richiesto agli studenti di comprendere quale porzione di circuito o che componenti logici manchino, in modo da evitare che l'attenzione sia rivolta eccessivamente all'utilizzo di Minecraft.

Misconception

Particolare attenzione è stata data alle possibili misconception. Nonostante Minecraft si presti a semplificare la rappresentazione dei bit, che visivamente possono essere visualizzati mediante lampadine che vengono accese e spente dal relativo interruttore, è stato tuttavia necessario tenere in considerazione - durante la creazione di esempi ed esercizi - delle limitazioni di Minecraft. In particolare, è stato necessario pensare ad esercizi che permettessero l'attivazione degli interruttori in qualsiasi ordine, evitando quindi il rischio che si creasse la misconception per la quale l'ordine di attivazione degli interruttori fosse rilevante.

È stata effettuata una ricerca su articoli e pubblicazioni al fine di identificare le principali misconception legate all'algebra booleana, in modo da affrontarle in maniera mirata durante la preparazione del programma didattico⁵.

“Epp proposed that students develop misconceptions about propositional statements, because many propositional statements are open to a variety of interpretations in everyday language [Epp 2003].”

Un primo esempio di misconception alla base della teoria stessa delle espressioni booleane risiede nella sostanziale differenza tra linguaggio comune e linguaggio matematico. Epp presenta come esempio la frase “I must go up or down”, nella quale è implicito l'utilizzo del termine “or” come XOR (solo una delle due opzioni può essere vera), mentre la stessa frase interpretata secondo il linguaggio matematico OR permetta a entrambe le opzioni di essere vere contemporaneamente.

Una seconda tipologia di misconception si riscontra invece nella comprensione degli operatori e di come siano correlati tra di loro. Studi hanno evidenziato come siano definibili due classi di operatori Booleani: facili e difficili. Tra gli operatori “facili” vengono raggruppati gli operatori OR, AND, XOR

⁵ [Describing the What and Why of Students' Difficulties in Boolean Logic, Geoffrey L.Herman, Michael C. Loui](#)

e NOR, mentre nei “difficili” si trovano il NAND, l’if-then (\rightarrow) e if-and-only-if (\leftrightarrow). Nel proprio studio, Herman et al., riscontrano nei soggetti analizzati una comprensione incompleta degli operatori “difficili” e come avvenga una riduzione sbagliata agli operatori semplici.

Se la comprensione degli operatori semplici si è rivelata sufficiente, con una capacità dei soggetti di utilizzarli e definirli a parole (solo una persona ha confuso l’OR con lo XOR), gli operatori difficili hanno evidenziato difficoltà da parte dei soggetti.

Una terza misconception, collegata alla difficoltà di comprensione degli operatori NAND, if-then e if-and-only if, è la “False Antecedent Confusion”, legata all’operatore if-then. È stato evidenziato come molti soggetti dimostrassero confusione nella relazione tra causa antecedente e conseguente, per cui con $A \rightarrow B$, B può esser vero solo come conseguenza di A vero.

Criticità di Minecraft

È utile sottolineare come sia stato necessario porre particolare attenzione nella creazione del mondo di gioco. Essendo Minecraft un gioco sandbox open-world, la creazione delle ambientazioni utilizzate a lezione è avvenuta cercando di ottenere scenari quanto più lineari e guidati, in modo da evitare che gli studenti debbano e possano spostarsi eccessivamente nella mappa, o che finiscano per perdersi in aree non utilizzate durante la lezione.

Gli scenari finali sono quindi quelli di un villaggio con percorsi recintati e muretti, per riunire i vari esercizi, e una miniera, che in quanto ambiente chiuso si prestava all’obiettivo. Grazie a questi piccoli stratagemmi siamo riusciti a limitare al minimo indispensabile i movimenti dei giocatori in modo tale che i giocatori si concentreranno maggiormente sugli esercizi e non sulla navigazione all’interno del mondo di gioco.

Esempi unplugged

Al fine di esemplificare il più possibile i concetti esposti sono stati identificati e/o ideati diversi esempi *unplugged* - complementari al laboratorio su Minecraft - che permettessero agli studenti di comprendere le potenzialità delle espressioni booleane, il fatto che le stesse possano essere usate per formalizzare problemi tangibili, e che non ponessero come obiettivo primario agli studenti una compilazione meccanica delle tabelle di verità, ma la cui eventuale compilazione fosse unicamente uno step al fine della risoluzione.

Esercizio 1

Alberto, Beatrice e Carlo vogliono ordinare una pizza famiglia da condividere, ma ognuno ha diversi gusti. Ad Alberto piacciono le olive sulla pizza solo se in accoppiata con il salamino, e viceversa. Beatrice vorrebbe che sulla pizza ci fosse salamino e non vuole ci sia la salsiccia. A Carlo va bene qualunque gusto, purché ci siano esattamente due ingredienti.

Che combinazione di ingredienti - tra quelli presenti - permette di soddisfare i gusti di tutti?

Aspetti didattici

L'esercizio richiede agli studenti di compilare una tabella di verità con le varie opzioni per ogni persona, tuttavia tale passaggio non è il fine ultimo dell'esercizio. Necessario dirigere l'attenzione degli studenti verso la formalizzazione del problema, con la traduzione da linguaggio naturale a espressioni booleane delle condizioni.

Esercizio 2

Il panificio in centro a Povo ha le seguenti regole nella preparazione dei loro famosi panini: il panino deve contenere almeno un tipo di carne; il panino deve avere salame o prosciutto cotto, ma non entrambi contemporaneamente; se il panino ha mortadella, allora deve anche avere formaggio.

Che diverse combinazioni - con gli ingredienti disponibili - può offrire il panificio?

Se il panino che ho ordinato ieri aveva formaggio, che altri ingredienti potevano esser presenti?

Aspetti didattici

Come per l'esercizio precedente, è necessario porre maggiore attenzione alla traduzione da linguaggio naturale a espressioni booleane. In particolare evidenziare la differenza tra OR e exclusive OR (XOR) nella formalizzazione di "non entrambi contemporaneamente".

Esercizio 3

Si abbiano due parole di 4 bit ($x_0x_1x_2x_3$) e ($y_0y_1y_2y_3$).

Disegnare una rete logica che verifichi se le due parole sono uguali o diverse.

