



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Intelligenza Artificiale

Considerazioni finali

Ivan Heibi

Dipartimento di Filologia Classica e Italianistica (FICLIT)

Ivan.heibi2@unibo.it

Tesina finale

L'argomento della tesina può essere:

1. Scelto fra alcuni temi proposti
2. Suggerito dallo studente
3. Progetto; implementazione di un software intelligente o creazione di dataset/ontologie utili allo sviluppo di un software intelligente.

Tesina finale – Linee guida generali

- **Lingua:** Italiano o Inglese
- **Numero di pagine:** da 5 a 8 (bibliografia inclusa), carattere con dimensioni 12 (pt)
- **Modalità di consegna:** via email in formato PDF a ivan.heibi2@unibo.it con oggetto: “INTELLIGENZA ARTIFICIALE - CONSEGNA TESINA”
- **Scadenza della consegna:** massimo una settimana prima dell’effettiva data d’appello
- **Discussione:** lo studente può eventualmente presentare il proprio lavoro anche con delle slide. La durata della presentazione (con/senza slides) deve essere all’incirca di 10 minuti.

Se lo studente vuole svolgere un argomento da lui proposto (**opzione 2**) oppure vuole implementare un progetto software/demo (**opzione 3**), deve accordarsi con il docente via email presentando l’argomento desiderato.

- Email da mandare a ivan.heibi2@unibo.it con oggetto: “INTELLIGENZA ARTIFICIALE - PROPOSTA TESINA”

Tesina finale – struttura

1. **Introduzione (Obbligatorio)**

Presentare il tema o il caso di studio, fornendo una panoramica generale e anticipando il modo in cui verrà sviluppato all'interno della tesina.

2. **Stato dell'arte / Contesto**

Descrivere il quadro di riferimento, includendo studi, ricerche o tecnologie esistenti rilevanti per l'argomento trattato.

3. **Analisi del problema / Caso di studio**

Approfondire la questione principale, esaminando il problema, il caso di studio o la metodologia adottata.

4. **Discussione**

Analizzare i risultati ottenuti, confrontarli con il contesto esistente ed evidenziare eventuali implicazioni, criticità o sviluppi futuri.

5. **Conclusioni (Obbligatorio)**

Riassumere i punti chiave della tesina, trarre conclusioni definitive e mettere in evidenza le scoperte o le analisi più rilevanti.

6. **Bibliografia/Sitografia (Obbligatorio)**

Elencare tutte le fonti utilizzate per la ricerca e la stesura della tesina, seguendo un formato di citazione appropriato.

Argomenti suggeriti – Etica dell'Intelligenza artificiale (1)

1.1) Bias: sistemi di AI che producono risultati distorti o discriminatori.

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Di cosa si tratta?• Quali sono le conseguenze?• Quali possibili soluzioni?• Quali sono le sfide future?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. <i>ACM computing surveys (CSUR)</i>, 54(6), 1-35.• Osoba, O. A., Welser IV, W., & Welser, W. (2017). An intelligence in our image: The risks of bias and errors in artificial intelligence. Rand Corporation.• O'Neil, C. (2016). <i>Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy</i>. Crown Publishing Group.• ...
---	---

Nota: ci si può concentrare anche soltanto su un dominio, come il “gender bias”.

1.2) Privacy e sicurezza: malware / deepfake / problemi di copyright ...

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Di cosa si tratta e quali sono le problematiche?• Quali sono le conseguenze?• Quali possibili soluzioni?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• Kwok, A. O., & Koh, S. G. (2021). Deepfake: a social construction of technology perspective. <i>Current Issues in Tourism</i>, 24(13), 1798-1802.• Hristov, K. (2016). Artificial intelligence and the copyright dilemma. <i>Idea</i>, 57, 431.• Floridi, L. (2022). <i>Etica dell'intelligenza artificiale: Sviluppi, opportunità, sfide</i>. Raffaello Cortina Editore.• ...
---	---

Nota: si può affrontare il problema in generale oppure trattare un sotto dominio (esempio “deepfake”), oppure anche solo una determinata disciplina, per esempio: “il problema del copyright per l'AI generativa nel campo artistico”

Argomenti suggeriti – AI generativa per immagini e musica (2)

2.1) Text to image: generazione di immagini a partire da descrizioni testuali o da immagini di riferimento

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Di cosa si tratta?• Come funziona?• Strumenti/ Casi di studio ?• Problematiche/Sfide future?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• Elasri, M., Elharrouss, O., Al-Maadeed, S., & Tairi, H. (2022). Image generation: A review. Neural Processing Letters, 54(5), 4609-4646.• Foster, D. (2022). Generative deep learning. " O'Reilly Media, Inc".• [LISTA DI LIBRI] https://www.ai-startups.org/books/image_generation/
--	--

Nota: ci si può concentrare anche ad una analisi di uno strumento come Dall-E 2 o Midjourney.

2.2) Composizione musicale: sistemi per la creazione, la fruizione e l'interazione con la musica

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Di cosa si tratta?• Quali tecniche di AI sono utilizzate?• Implicazioni?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• [LISTA DI TOOL] https://medium.com/@artturi-ialli/ai-music-generators-98575bec0e4c• Kaliakatsos-Papakostas, M., Floros, A., & Vrahatis, M. N. (2020). Artificial intelligence methods for music generation: a review and future perspectives. Nature-Inspired Computation and Swarm Intelligence, 217-245.• Plut, C., & Pasquier, P. (2020). Generative music in video games: State of the art, challenges, and prospects. Entertainment Computing, 33, 100337.• [CASI DI STUDIO] https://tinyurl.com/pzbrp3cy
---	---

Nota: ci si può concentrare anche su un determinato caso d'uso o di un software.

Argomenti suggeriti – AI nelle Humanities (3)

3.1) Humanities: AI usata nell'identificazione di temi, stili, strutture e influenze letterarie

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Che tipo di analisi?• Quali tecniche?• Risultati ottenuti?• Possibili problematiche?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• Gefen, A., Saint-Raymond, L., & Venturini, T. (2021). AI for digital humanities and computational social sciences. Reflections on Artificial Intelligence for Humanity, 191-202.• [CONVEGNO AIUCD] http://www.aiucd2023.unisi.it/• [CONVEGNO DH] https://dh2022.adho.org/• ...
--	---

Nota: si può prendere in considerazione uno studio particolare (es: edizione digitale) e analizzare le tecniche adottate

3.2) Cultural Heritage: progetti che coinvolgono l'utilizzo di tecniche AI volte alla preservazione del patrimonio culturale

Argomenti da trattare <ul style="list-style-type: none">• Introduzione del caso?• Dove viene usata l'AI?• Scopo dell'utilizzo?• Quali sfide?• ...	Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• Pisoni, G., Díaz-Rodríguez, N., Gijlers, H., & Tonolli, L. (2021). Human-centered artificial intelligence for designing accessible cultural heritage. Applied Sciences, 11(2), 870.• Bordoni, L., & Mele, F. (Eds.). (2016). Artificial intelligence for cultural heritage. Cambridge Scholars Publishing.• Balzani, R., Barzaghi, S., et al. (2024). Saving temporary exhibitions in virtual environments: The Digital Renaissance of Ulisse Aldrovandi–Acquisition and digitisation of cultural heritage objects. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 32, e00309.• ...
--	--

Nota: L'analisi può essere volta su alcune tecniche AI applicate in questo campo, oppure nello studio di un caso in particolare.

Argomenti suggeriti – Analisi del testo e LLM (4)

4.1) Analisi del testo: applicazione dell'AI in compiti/casi di studio per la comprensione e l'analisi dei testi

Argomenti da trattare

- Che tipo di analisi/task?
- Quali miglioramenti grazie all'AI?
- Possibili problematiche?
- Sfide future?
- ...

Bibliografia

- Suissa, O., Elmalech, A., & Zhitomirsky-Geffet, M. (2022). Text analysis using deep neural networks in digital humanities and information science. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 73(2), 268-287.
- [LISTA DI LIBRI] <https://www.kdnuggets.com/2019/01/top-10-books-nlp-text-analysis.html>
- "Speech and language processing" Jurafsky, Daniel, and James H. Martin
- ...

Nota: può essere volta allo studio di uno specifico compito (es: la classificazione di documenti o l'estrazione di informazioni) oppure a un particolare caso d'uso.

4.2) LLMs: lo studio dei modelli linguistici di grandi dimensioni (LLM)

Argomenti da trattare

- In cosa consiste?
- In che modo l'AI agisce?
- Casi di studio/strumenti?
- ...

Bibliografia

- [RISORSE UTILI] <https://tinyurl.com/ypewbwsm>
- Wu, T., He, S., Liu, J., Sun, S., Liu, K., Han, Q. L., & Tang, Y. (2023). A brief overview of ChatGPT: The history, status quo and potential future development. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 10(5), 1122-1136.
- Kocoń, J., Cichecki, I., Kaszyca, O., Kochanek, M., Szydło, D., Baran, J., ... & Kazienko, P. (2023). ChatGPT: Jack of all trades, master of none. *Information Fusion*, 101861.
- ...

Nota: è possibile trattare e discutere uno specifico strumento (es: ChatGPT o Deepseek)

Argomenti suggeriti – AI applicata a giochi e film (5)

5.1) Giochi intelligenti: creazione di giochi intelligenti (ieri e oggi)

Argomenti da trattare

- Di cosa si tratta?
- Tendenze attuali ?
- Casi di studio (giochi) ?
- Problematiche/Sfide future?
- ...

Bibliografia

- Yannakakis, G. N., & Togelius, J. (2014). A panorama of artificial and computational intelligence in games. IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, 7(4), 317-335.
- [LISTA DI LIBRI] <https://www.ai-startups.org/books/games/>
- Van Der Werf, E. (2004). AI techniques for the game of Go.
- ...

Nota: un'idea potrebbe essere quella di considerare un gioco in particolare (es: scacchi o GO) e analizzare il suo sviluppo nel tempo tramite AI

5.2) Produzione cinematografica: AI nella produzione cinematografica: scrittura, produzione e post-produzione.

Argomenti da trattare

- Un pò di storia?
- Come viene usata?
- Quali sfide ?
- Casi di studio particolari?
- ...

Bibliografia

- Lu, R., & Zhang, S. (2003). Automatic generation of computer animation: using AI for movie animation (Vol. 2160). Springer.
- [ARTICOLO ONLINE] <https://aicontentfy.com/en/blog/ai-generated-content-for-storytelling>
- [ARTICOLO ONLINE] <https://www.leewayhertz.com/ai-in-media-and-entertainment/>
- ...

Nota: ci si può concentrare anche su un determinato aspetto (es: sceneggiatura) oppure su un determinato genere (es: film di animazione).

Prossimi appelli

Data Orario	Luogo
9/5/2025 9:30	Aula 6 di via Zamboni 34
3/6/2025 9:30	Aula B di via Zamboni 32
15/7/2024 9:30	Aula B di via Zamboni 32
5/9/2024 9:30	Ufficio del docente, via Zamboni, 32 primo piano
20/10/2024 9:30	Ufficio del docente, via Zamboni, 32 primo piano
19/1/2025 9:30	Ufficio del docente, via Zamboni, 32 primo piano

Possibili domande sul programma

Introduzione e storia dell'AI

- Approccio simbolico vs sub-simbolico
- Funzionamento e logica della macchina di turing
- Una visione generale delle fasi storiche più importanti

Agenti intelligenti

- Il funzionamento di un agente e di un agente razionale?
- Dato un problema saper indicare le sue caratteristiche (es: ambiente statico/dinamico).
- Il comportamento dei vari tipi di agenti (Simple reflex, Model-based .. etc).

Strutture dati

- Avere un'idea generale di come/quando vengono utilizzate alcune strutture dati

Rappresentazione della conoscenza

- **Logica Proposizionale:** concetti chiave, semantica, connettivi logici e inferenza. Le domande potranno essere formulate a partire da esempi pratici, come il problema dell'aspirapolvere robotico.
- **Logica del Primo Ordine:** applicazioni, vantaggi e utilizzo. Non è richiesta la scrittura di espressioni complesse, ma è essenziale comprendere il significato logico delle formule.
- **Categorie e Oggetti nelle Ontologie:** utilizzo e finalità. Le domande potranno basarsi su esempi simili a quelli trattati a lezione. È importante studiare le operazioni tra insiemi e la loro rappresentazione.

Possibili domande sul programma

Apprendimento automatico (Machine Learning)

- **Approcci di Apprendimento: Supervised, Unsupervised, Semi-Supervised e Reinforcement Learning.** Potrebbe essere richiesto di descrivere le caratteristiche di un determinato approccio nell'affrontare un problema specifico (ad esempio, la classificazione di email come spam o non spam). Il docente potrebbe introdurre un problema e chiedere di spiegare, a livello concettuale, il processo seguito dai diversi approcci di apprendimento.
- **Differenza tra Approcci Instance-Based e Model-Based:** Comprendere le differenze tra questi due metodi di apprendimento e le loro applicazioni.
- **Sfide nell'Apprendimento Automatico:** Il docente potrebbe presentare un problema e chiedere di individuare le principali difficoltà che potrebbero emergere nel processo di apprendimento (ad esempio, dati non rappresentativi). È inoltre richiesto lo studio delle metriche utilizzate per valutare un sistema di machine learning, come precision e recall.
- **Clustering:** Cos'è, quando viene utilizzato e come avviene il processo, con particolare attenzione all'algoritmo k-means.

Reti neurali artificiali

- Il funzionamento del neurone artificiale di tipo TLU. Il docente potrebbe presentare un esempio per poi trattare le caratteristiche e il comportamento in tale situazione.

Elaborazione del linguaggio naturale

- ~~Le procedure di pre-processing (es: rimozione delle stopwords, tokenizzazione, etc). Potrebbe essere richiesta la descrizione del processo/risultato ottenuto mediante tale operazioni su un determinato esempio.~~
- ~~Le procedure di "Feature Engineering" (es: bag of words, tf-idf). Potrebbe essere richiesta la descrizione del processo/risultato ottenuto mediante l'uso di una di queste operazioni su un determinato esempio.~~



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Intelligenza Artificiale

Ripasso

Ivan Heibi

Dipartimento di Filologia Classica e Italianistica (FICLIT)

Ivan.heibi2@unibo.it

Example sentence generation

$(P \vee \neg Q) \wedge$
 $(\neg P \vee R)$

$S \rightarrow \text{AtomicSentence} \mid \text{ComplexSentence}$
 $\text{AtomicSentence} \rightarrow \text{True} \mid \text{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \dots$
 $\text{ComplexSentence} \rightarrow \mid (S) \mid \neg S \mid S \wedge S \mid S \vee S \mid S \Rightarrow S \mid$
 $\quad \quad \quad S \Leftrightarrow S$

S

Example sentence generation

$(P \vee \neg Q) \wedge$
 $(\neg P \vee R)$

$S \rightarrow \text{AtomicSentence} \mid \text{ComplexSentence}$
 $\text{AtomicSentence} \rightarrow \text{True} \mid \text{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \dots$
 $\text{ComplexSentence} \rightarrow \mid (S) \mid \neg S \mid S \wedge S \mid S \vee S \mid S \Rightarrow S \mid$
 $\quad \quad \quad S \Leftrightarrow S$

S

ComplexSentence

$S \wedge S$

Example sentence generation

$$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$$

S \rightarrow AtomicSentence | ComplexSentence

AtomicSentence \rightarrow *True* | *False* | P | Q | R | ...

$$\text{ComplexSentence} \rightarrow |(S)| \neg S | S \wedge S | S \vee S | S \Rightarrow S | S \Leftrightarrow S$$

SA
S

ComplexSentence

(S)

ComplexSentence

(S)

Example sentence generation

$$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$$

S \rightarrow AtomicSentence | ComplexSentence

AtomicSentence \rightarrow *True* | *False* | P | Q | R | ...

$$\text{ComplexSentence} \rightarrow |(S)| \neg S | S \wedge S | S \vee S | S \Rightarrow S | S \Leftrightarrow S$$

(S) \wedge (S)

ComplexSentence

SVS

ComplexSentence

SVS

Example sentence generation

$(P \vee \neg Q) \wedge$
 $(\neg P \vee R)$

$S \rightarrow \text{AtomicSentence} \mid \text{ComplexSentence}$
 $\text{AtomicSentence} \rightarrow \text{True} \mid \text{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \dots$
 $\text{ComplexSentence} \rightarrow \mid (S) \mid \neg S \mid S \wedge S \mid S \vee S \mid S \Rightarrow S \mid$
 $\quad \quad \quad S \Leftrightarrow S$

$(S \vee S) \wedge (S \vee S)$

AtomicSentence

P

ComplexSentence

$\neg S$

ComplexSentence

$\neg S$

AtomicSentence

R

Example sentence generation

$$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$$

S \rightarrow AtomicSentence | ComplexSentence

AtomicSentence \rightarrow *True* | *False* | P | Q | R | ...

$$\text{ComplexSentence} \rightarrow |(S)| \neg S | S \wedge S | S \vee S | S \Rightarrow S | S \Leftrightarrow S$$
$$(P \vee \neg S) \wedge (\neg S \vee R)$$

AtomicSentence

AtomicSentence

Q

R

Example sentence generation

$$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$$

S \rightarrow AtomicSentence | ComplexSentence

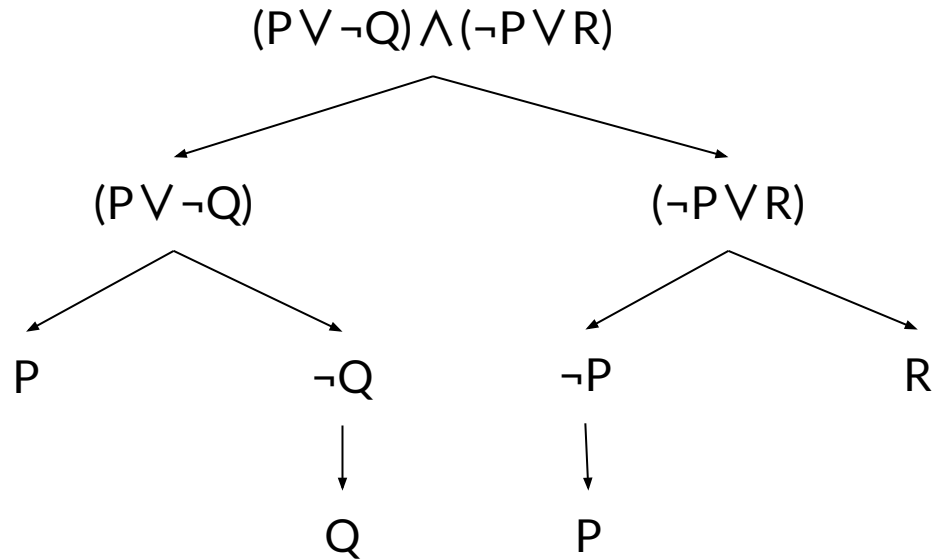
AtomicSentence \rightarrow *True* | *False* | P | Q | R | ...

$$\text{ComplexSentence} \rightarrow |(S)| \neg S | S \wedge S | S \vee S | S \Rightarrow S | S \Leftrightarrow S$$
$$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$$

Example sentence satisfiable check

$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$ is **satisfiable**, when:

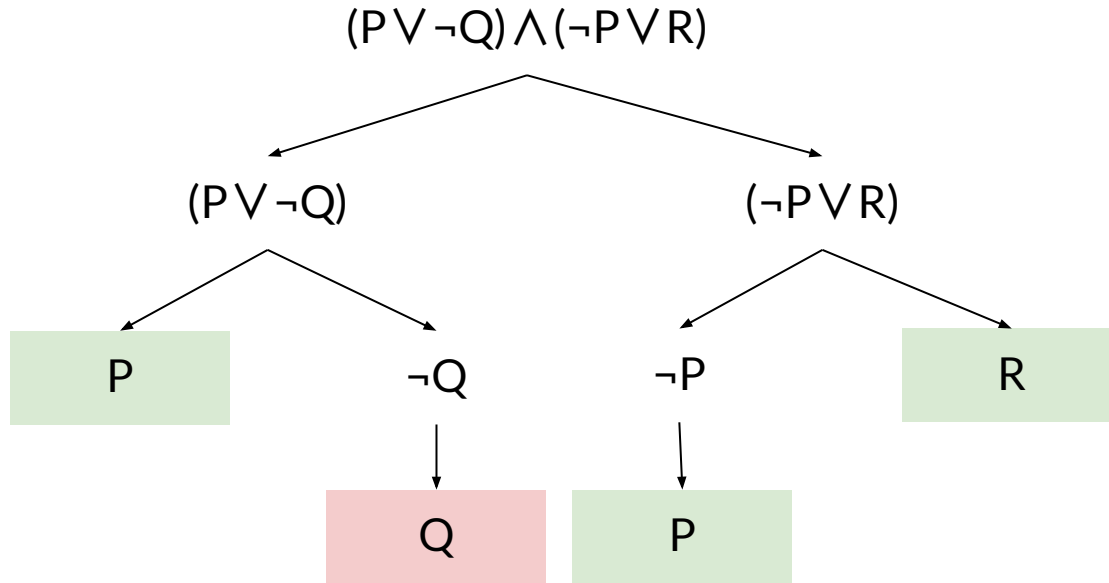
$P = \text{True}; Q = \text{False}; R = \text{True}$



Example sentence satisfiable check

$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$ is **satisfiable**, when:

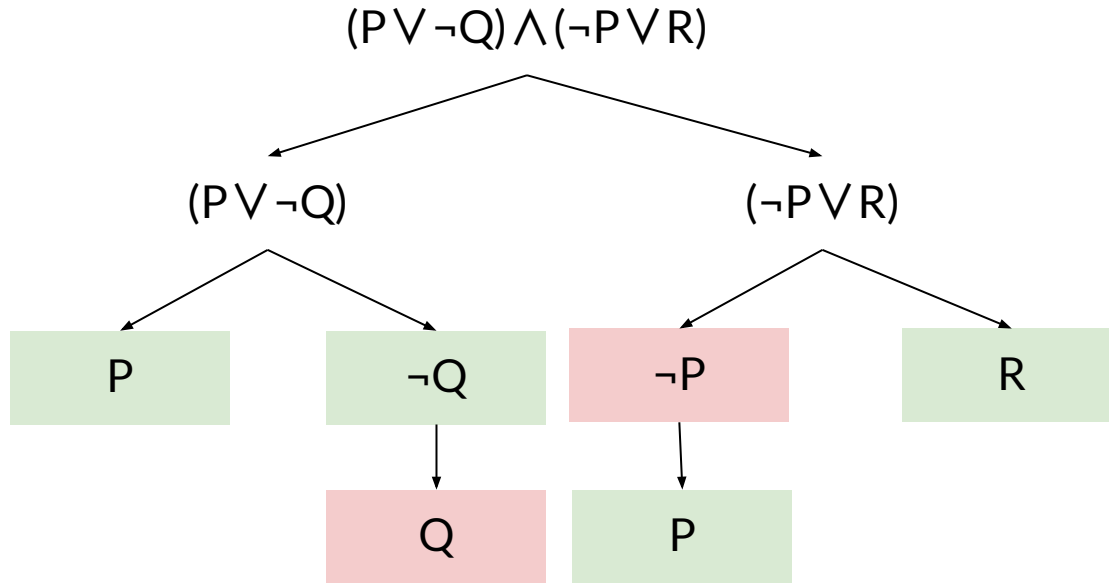
$P = \text{True}; Q = \text{False}; R = \text{True}$



Example sentence satisfiable check

$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$ is **satisfiable**, when:

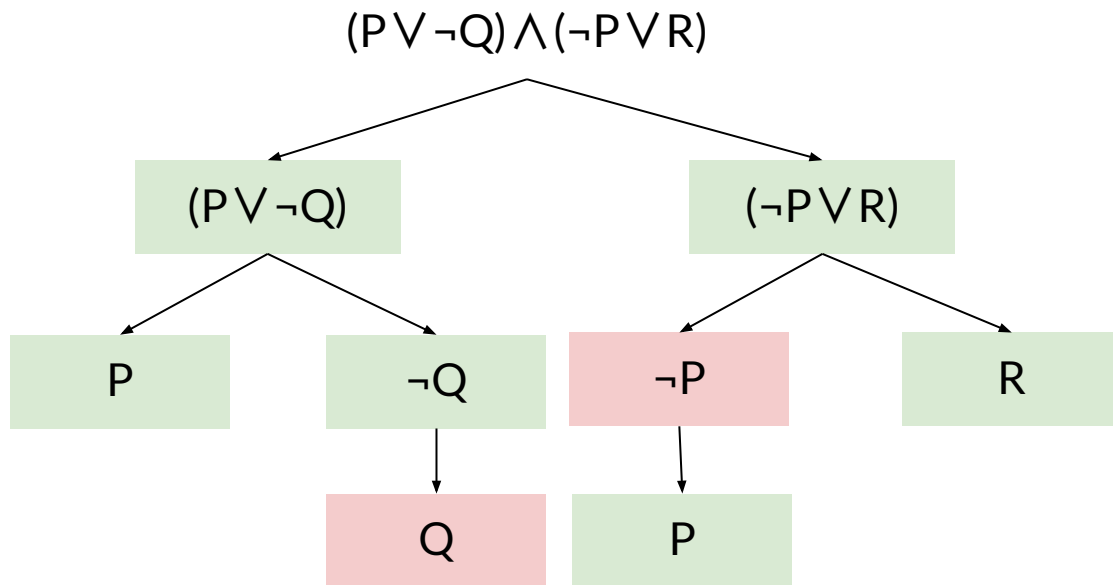
$P = \text{True}; Q = \text{False}; R = \text{True}$



Example sentence satisfiable check

$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$ is **satisfiable**, when:

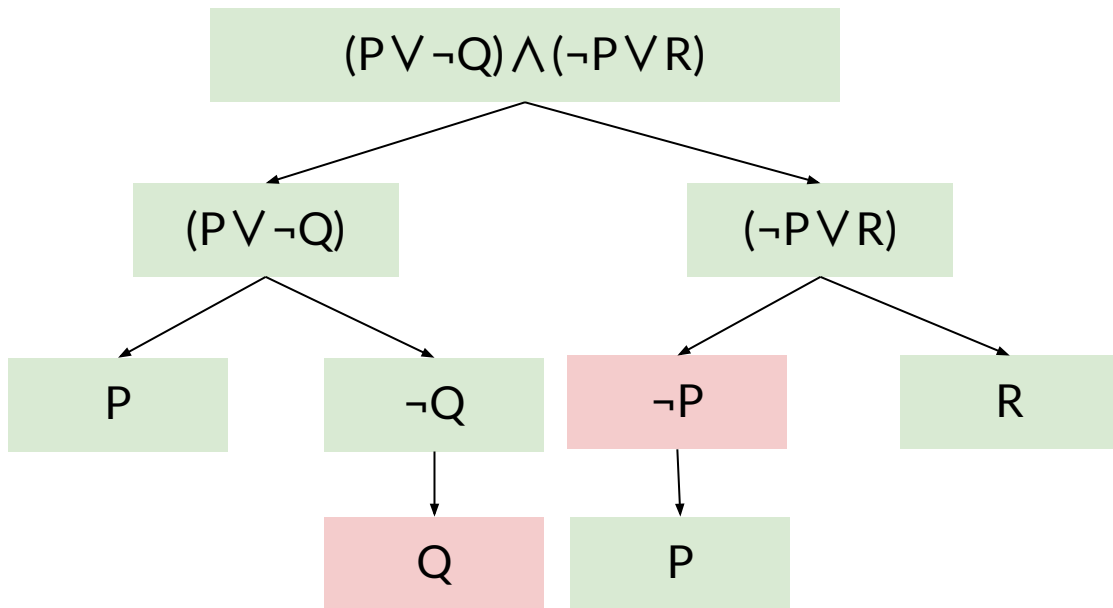
$P = \text{True}; Q = \text{False}; R = \text{True}$



Example sentence satisfiable check

$(P \vee \neg Q) \wedge (\neg P \vee R)$ is **satisfiable**, when:

$P = \text{True}; Q = \text{False}; R = \text{True}$



Evaluating a classifier: precision and recall

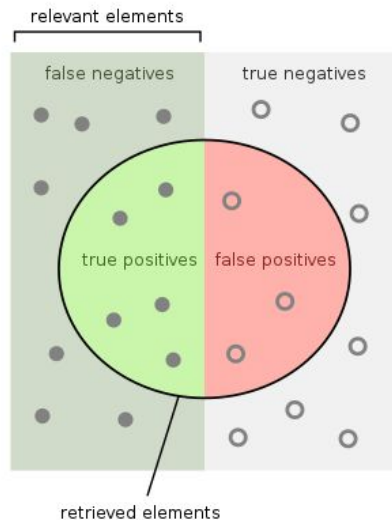
Precision and Recall are performance metrics that apply to data retrieved from a collection.

Precision: Measures the quality of positive predictions. It represents the proportion of correctly classified positive instances out of all instances predicted as positive.

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positives (TP)}}{\text{True Positives (TP)} + \text{False Positives (FP)}}$$

Recall: Measures the model's ability to identify all actual positive cases. It represents the proportion of correctly identified positive instances out of all actual positives in the dataset.

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positives (TP)}}{\text{True Positives (TP)} + \text{False Negatives (FN)}}$$

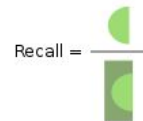


How many retrieved items are relevant?



Precision =

How many relevant items are retrieved?

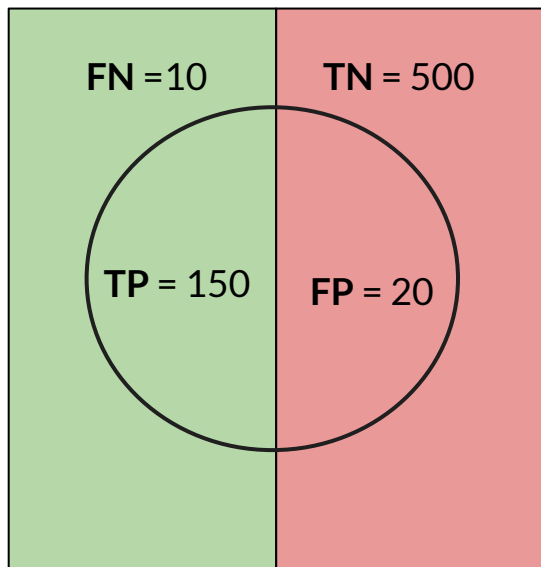


Recall =

precision and recall: example

A binary classification problem to identifying whether a system predicted an email as:

- spam (**Positive**)
- non-spam (**Negative**)



Prediction vs Reality	Reality: Spam	Reality: Non-Spam
Predicted: Spam	✓ True Positive (TP) = 150 (<i>Correctly identified spam emails</i>)	✗ False Positive (FP) = 20 (<i>Wrongly classified non-spam as spam</i>)
Predicted: Non-Spam	✗ False Negative (FN) = 10 (<i>Missed spam emails, wrongly classified as non-spam</i>)	✓ True Negative (TN) = 500 (<i>Correctly identified non-spam emails</i>)

How many retrieved items are relevant?



$$\begin{aligned}\text{Precision} &= \frac{150}{170} \\ &= 0.882\end{aligned}$$

How many relevant items are retrieved?



$$\begin{aligned}\text{Recall} &= \frac{150}{160} \\ &= 0.938\end{aligned}$$

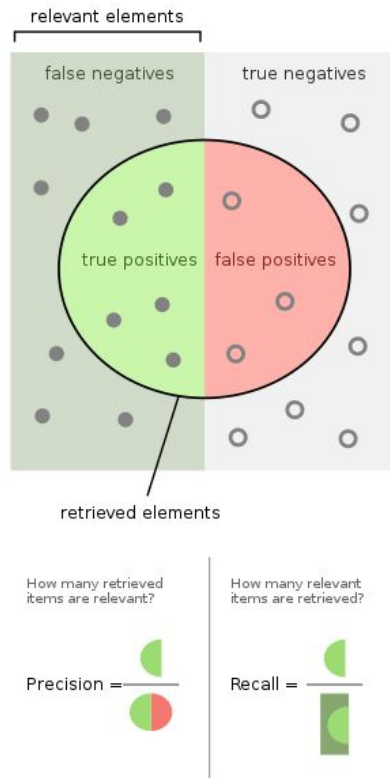
Evaluating a classifier: F-Score

The **F-score** is a measure of a test's accuracy.
It is calculated from the precision and recall of the test.

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{(\beta^2 \cdot \text{precision}) + \text{recall}}$$

The F1 score is the harmonic mean of the precision and recall. It thus symmetrically represents both precision and recall in one metric.

$$F_1 = \frac{2}{\text{recall}^{-1} + \text{precision}^{-1}} = 2 \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} = \frac{2tp}{2tp + fp + fn}$$

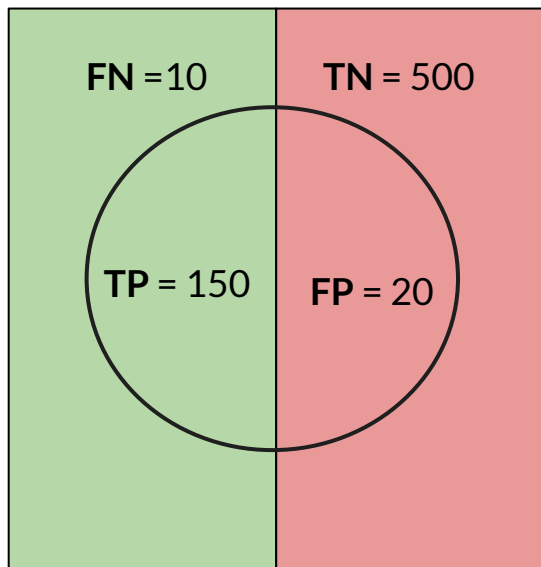


precision and recall: example with F1

A binary classification problem to identifying whether a system predicted an email as:

spam (Positive)

non-spam (Negative)



Prediction vs Reality	Reality: Spam	Reality: Non-Spam
Predicted: Spam	✓ True Positive (TP) = 150 (Correctly identified spam emails)	✗ False Positive (FP) = 20 (Wrongly classified non-spam as spam)
Predicted: Non-Spam	✗ False Negative (FN) = 10 (Missed spam emails, wrongly classified as non-spam)	✓ True Negative (TN) = 500 (Correctly identified non-spam emails)

How many retrieved items are relevant?



$$\begin{aligned}\text{Precision} &= \frac{TP}{TP + FP} \\ &= \frac{150}{150 + 20} \\ &= 0.882\end{aligned}$$

How many relevant items are retrieved?



$$\begin{aligned}\text{Recall} &= \frac{TP}{TP + FN} \\ &= \frac{150}{150 + 10} \\ &= 0.938\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_1 &= \frac{2tp}{2tp + fp + fn} \\ &= \frac{2 * 150}{2 * 150 + 20 + 10} \\ &= 0.909\end{aligned}$$

