

# Simulazione dell'attraversamento del fiume Mara

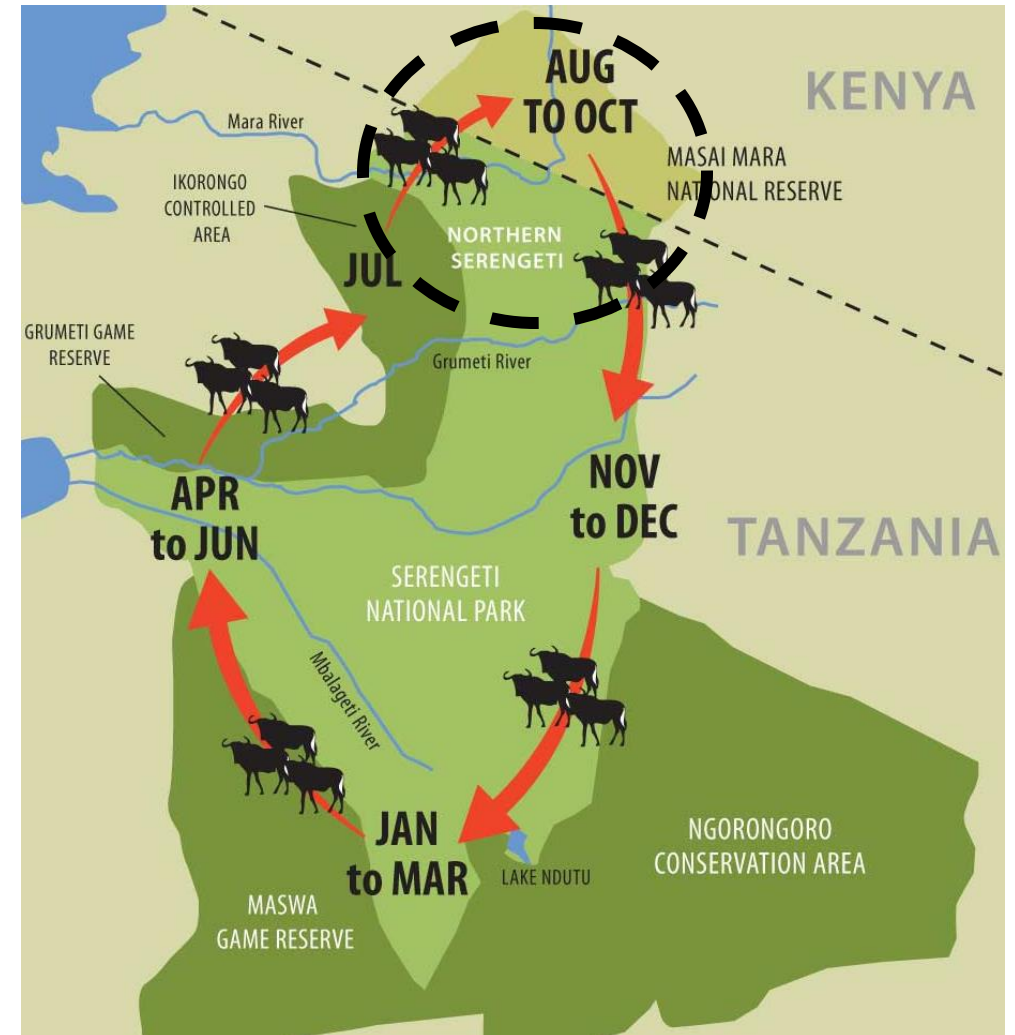
Pennati Mattia - 793375  
Rima Mirko - 793435





# Panoramica del caso di studi

- Ogni anno, all'inizio della stagione secca (maggio, giugno), più di 1 milione di gnu si preparano ad una lunga migrazione ciclica che li porterà dalla Tanzania al Kenya alla ricerca di cibo e acqua potabile
- Uno dei maggiori ostacoli è rappresentato dai fiumi
  - attraversamento (correnti e profondità dell'acqua)
  - predatori (leoni in attesa del loro passaggio, coccodrilli, ...)
- La maggior parte degli attraversamenti accadono lungo il fiume Mara, linea di confine fra il Parco Nazionale del Serengeti (Tanzania) e la Riserva del Masai Mara (Kenya)

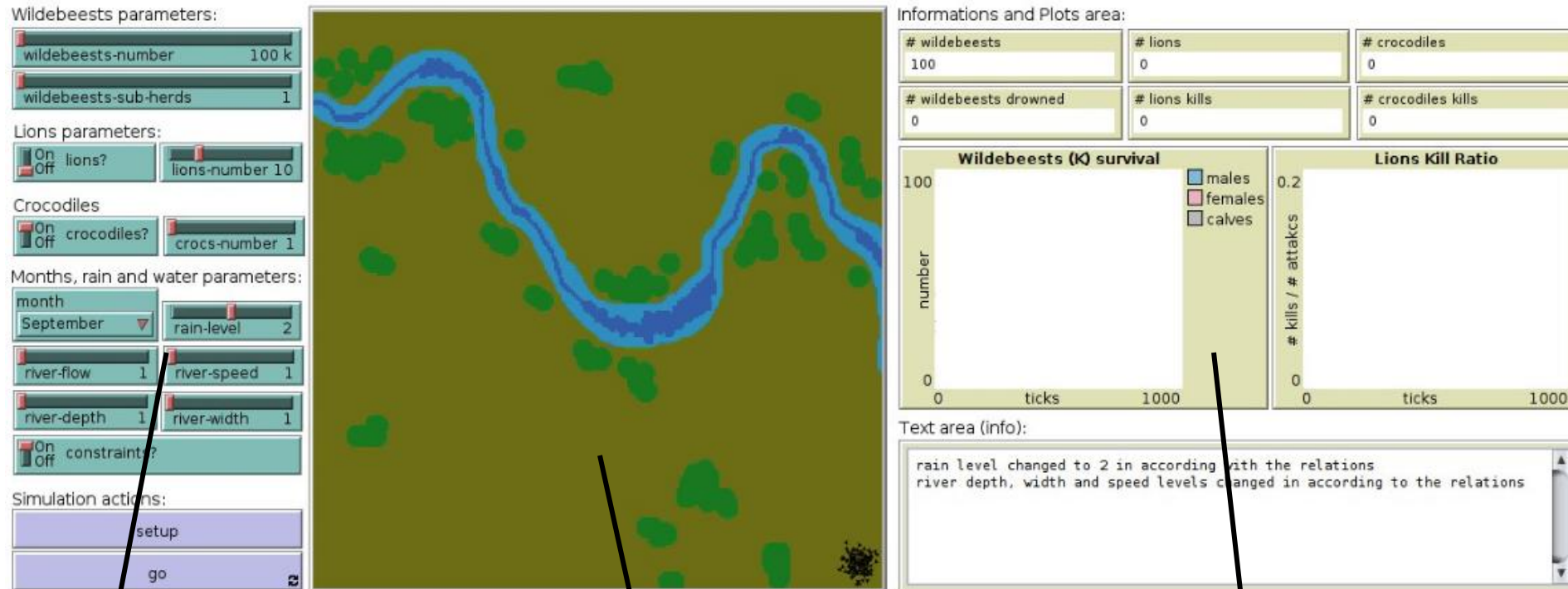


# Obiettivi

- Simulazione dell'attraversamento del fiume Mara da parte di una mandria di gnu
- Studio delle dinamiche di aggregazione del gruppo, delle dinamiche di leadership e di movimento durante la traversata del fiume
- Analisi di movimenti, caccia e effetto confusione dei predatori
- Osservazione dell'influenza della suddivisione del branco in vari gruppi, più o meno numerosi, e di diverse condizioni climatiche sulla riuscita della traversata e sulle interazioni con i predatori



# Ambiente di simulazione



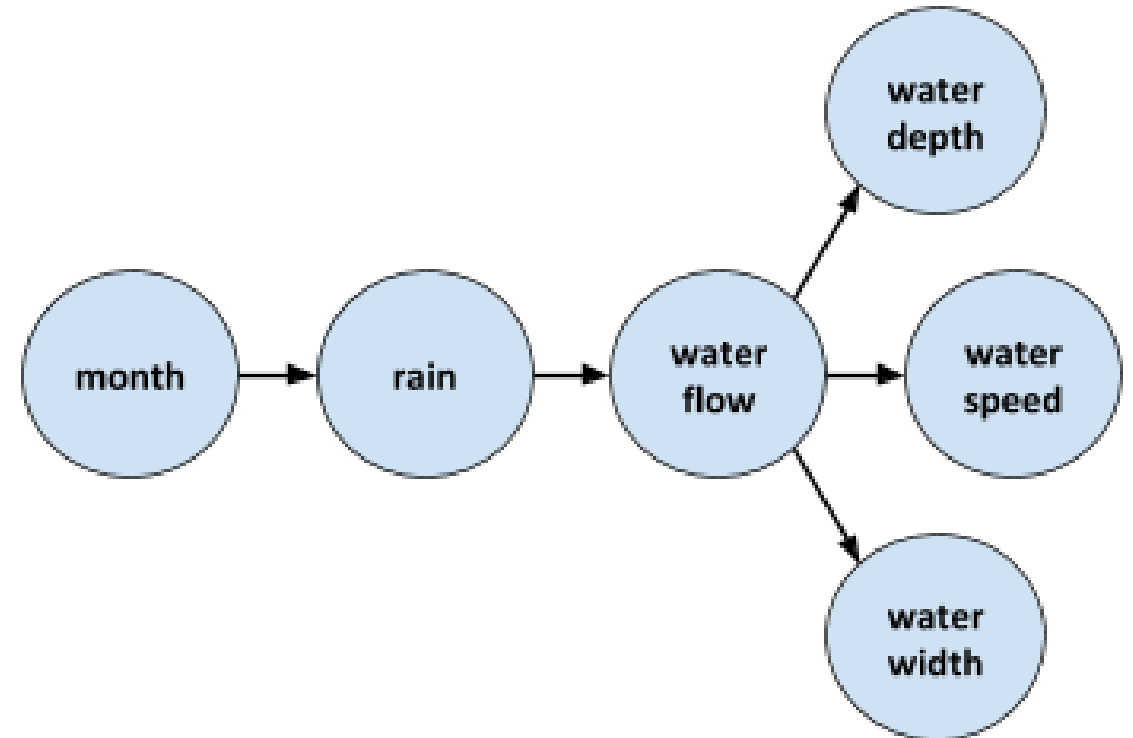
Gestione parametri e stato della simulazione

Visualizzazione simulazione

Area di statistiche e informazioni

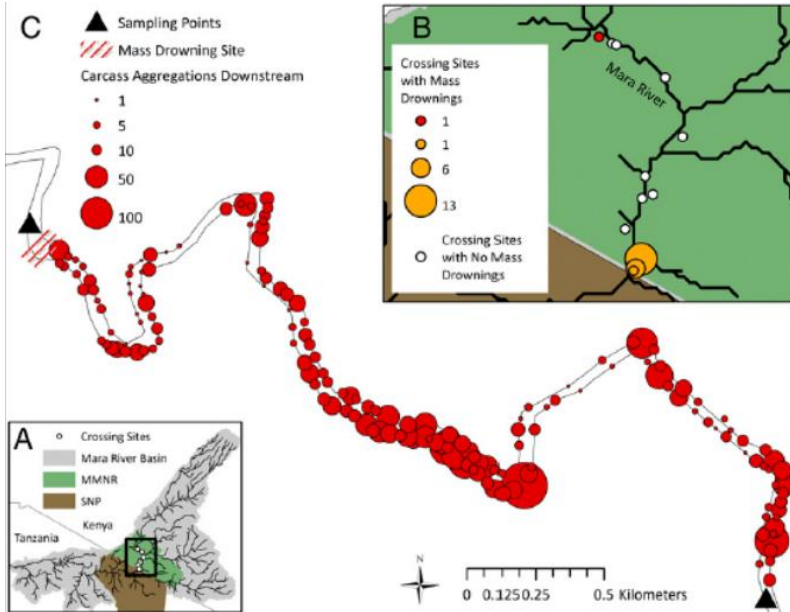
# Modellazione: condizioni climatiche

- Si ottengono tramite diverse analisi le condizioni climatiche durante i mesi considerati (Giugno-Ottobre)
  - si identificano le variabili di interesse e si definiscono delle causalità fra di esse
  - si usano le causalità per stimare le variabili per cui non si dispone dei dati
- Si discretizzano i valori dei parametri in 3 livelli (1: minimo, 3: massimo)
  - il flusso in 4 livelli per maggiore precisione (causa della spinta in acqua)



# Modellazione: fiume

■ acqua  
■ acqua profonda



(A) Zona con i maggiori attraversamenti



(B) Foto satellitare della zona



(C) Rappresentazione in NetLogo

OSS: larghezza e profondità variabili in base alle dipendenze



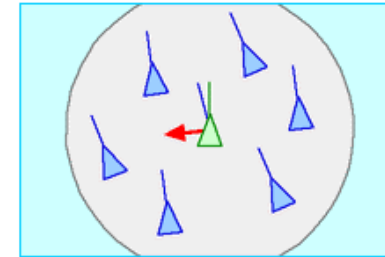
# Modellazione: agenti della simulazione

- Gnu:
  - singoli gnu all'interno di una mandria in viaggio
  - *target*: attraversare il fiume per continuare la migrazione
- Leoni:
  - singoli leoni non cooperanti fra loro
  - *target*: cacciare più gnu possibili
- Coccodrilli:
  - momentaneamente non implementati per la bassa incidenza

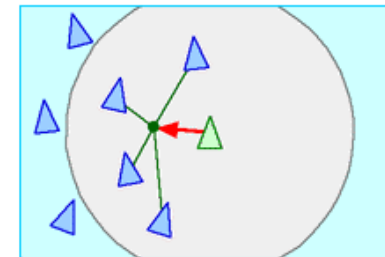


# Modellazione: agenti Gnu

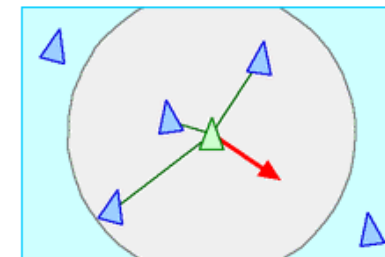
- Creati in scala 1:1000 per limitare la complessità computazionale, in un range fra 100 e 1000 agenti
- Suddivisi nelle categorie: Maschio adulto-Femmina adulta-Vitello
  - influenza velocità in acqua e resistenza alla corrente
  - non influenza la velocità
- Si assume che il moto segua il modello dei Boids, con diversi parametri di aggregazione in base alla fase dell'attraversamento
  - assunzione già fatta dalla Disney per il Re Leone
- Si assume che anneghino per "solitudine", ovvero per tempo trascorso in assenza di vicini che limitino gli effetti della corrente
  - indipendentemente da qualsiasi loro caratteristica fisica (non si considerano peso, energia, fame, salute, ...)



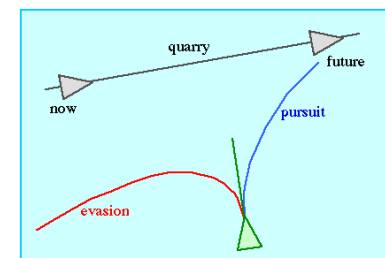
Alignment



Cohesion



Separation



Evasion-Pursuit  
(evasion modificata)

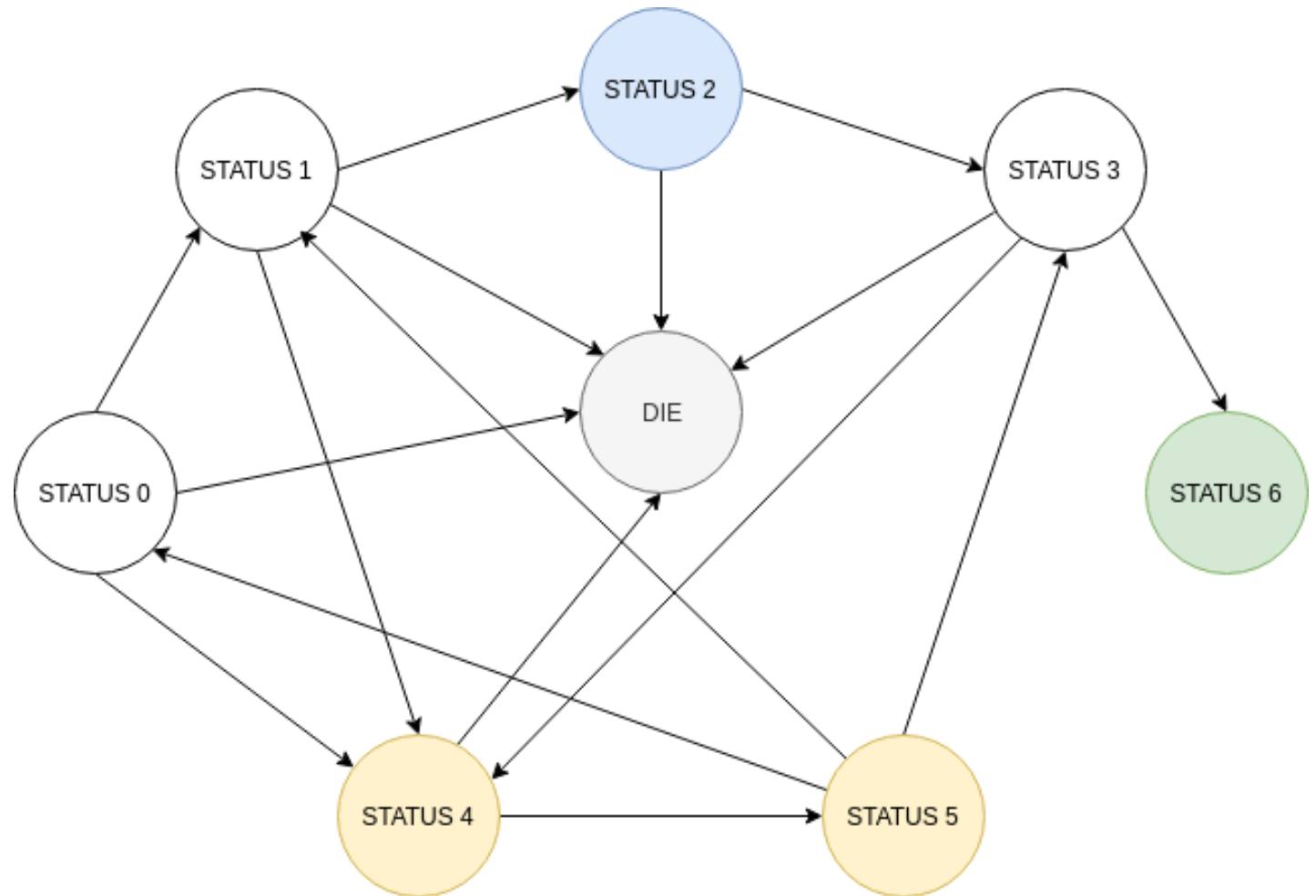


# Modellazione: agenti Gnu

Variabile	Descrizione	Variabile	Descrizione
sex	maschio-femmina-vitello	nearest-neighbor	L'esemplare a lui più vicino (parametro di Boids)
target	Il punto di arrivo a priori prescelto da ogni esemplare prima di seguire la mandria	status	Stato in cui si trova l'esemplare, ne motiva i movimenti
waitforleadership	Tempo trascorso nell'attesa della scelta dei leader	crossing?	Esemplare che sta compiendo o meno l'attraversamento
leadership?	Esemplare leader o non leader	timealone	Tempo trascorso "da solo" da ogni esemplare in acqua
flockmates	Vicinato per aggregazione (parametro di Boids)	firsttimeattacked?	Esemplare che si sente attaccato per la prima volta o meno

# Modellazione: agenti Gnu

Stato	Descrizione
0	Stato di partenza, precedente all'arrivo al fiume
1	Arrivo alle rive del fiume
2	Attraversamento del fiume
3	Oltre al fiume
4	Evasion: fuga da un predatore
5	Pursuit: rientro in banco a fuga riuscita
6	Stato finale



# Modellazione: agenti Leone

- Creati in scala 1:10 (impossibile crearli nella stessa scala degli Gnu), in un range fra 5 e 25
  - compromesso per poterne comunque osservare i movimenti
- Subiscono l'effetto confusione
  - diminuzione del tasso di successo di un attacco al crescere della dimensione della mandria di prede
  - vengono modellati semplicisticamente proprio per osservare principalmente questo fattore a scapito della precisione dei movimenti
- Si assumono come non cooperanti
  - non si è certi che cooperino spontaneamente e non solo per convenienza o opportunità
- Si assume, per semplicità, come caccino una sola preda e si allontanino dalla zona
- Esiste la possibilità che muoiano (scelta sbagliata della preda, travolto dalla mandria), ma non è centrale per questa simulazione





# Modellazione: agenti Leone

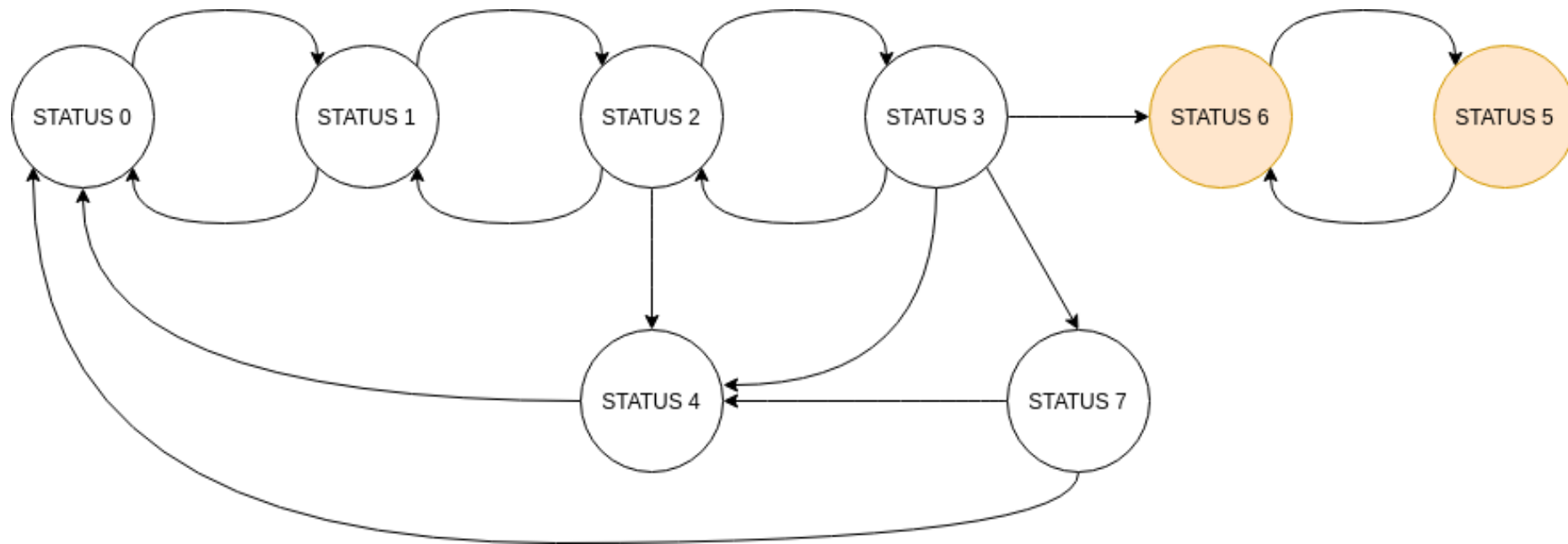
- Concentrandosi sulla relazione con il branco di gnu si ignora ogni aspetto fisico e caratteriale dello specifico agente leone

Variabile	Descrizione
status	Stato in cui si trova l'esemplare, ne motiva movimenti e comportamenti
waitingtime	Tempo speso a distanza di attacco in attesa di compiere un'imboscata (se eccessivo desiste)
accelerationtime	Tempo per il quale l'esemplare sfrutta la propria accelerazione (accelerazione per tratti non maggiori di 200/300m, successivamente rinuncia all'attacco)



# Modellazione: agenti Leone

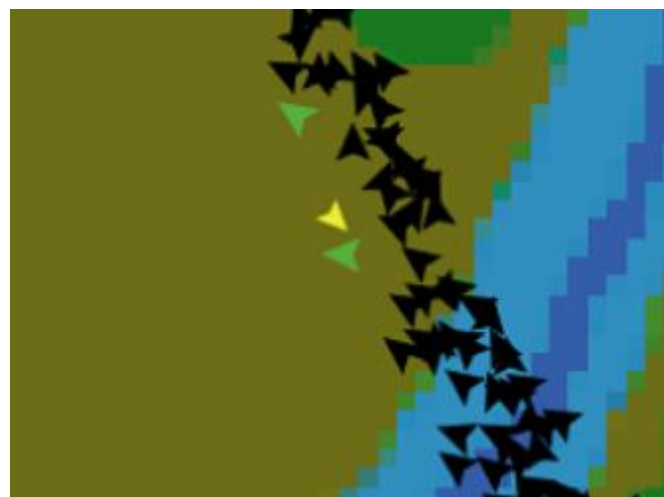
Stato	Descrizione	Stato	Descrizione	Stato	Descrizione	Stato	Descrizione
0	Stato di partenza	2	Targeting	4	Fuga	6	Sazio
1	Avvistamento mandria	3	Imboscata	5	Fuga da sazio	7	Attacco Fallito



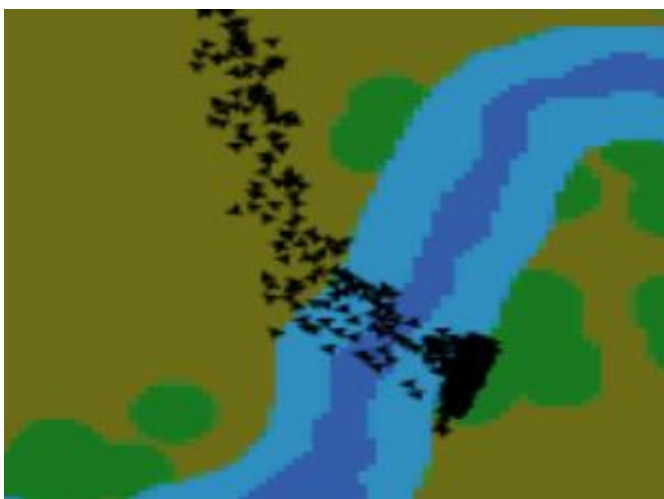
# Simulazione: comportamento degli Gnu



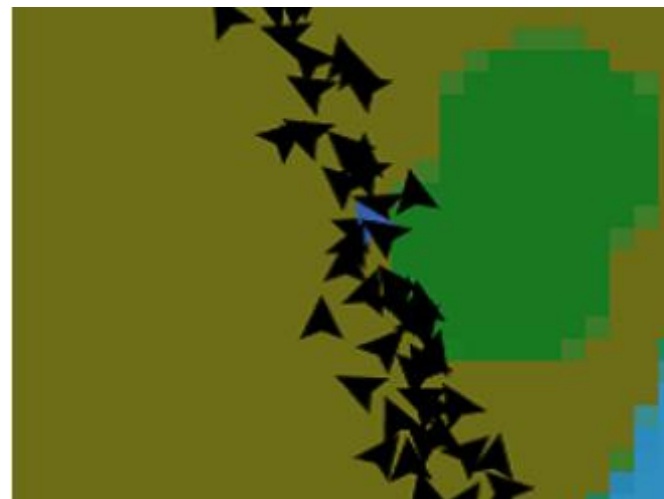
Mandria in arrivo al fiume, inizio dell'ammassamento sulle rive e scelta della leadership (rosso)



Esempi di gnu (verde) in fase di fuga dall'attacco di un leone



Mandria in attraversamento del fiume (tendendo a fare file) e ammassamento sulle rive per chi ancora non sta attraversando

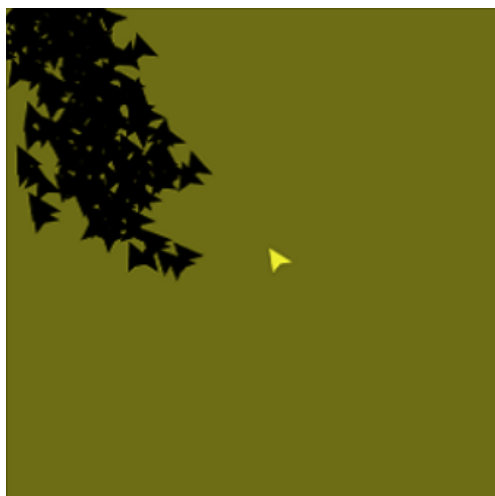


Gnu (blu) che rientra nel branco dopo una fuga riuscita con successo (fine della fase di pursuit)

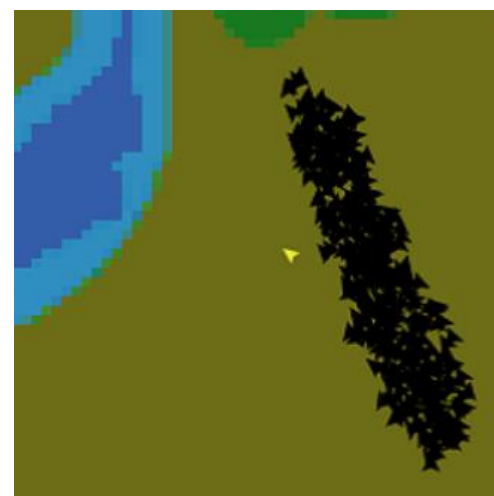




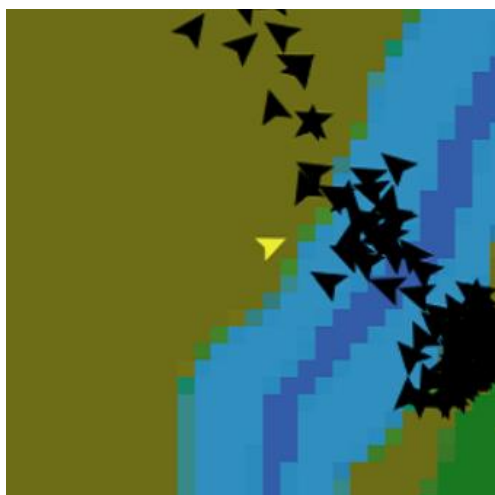
# Simulazione: comportamento dei Leoni



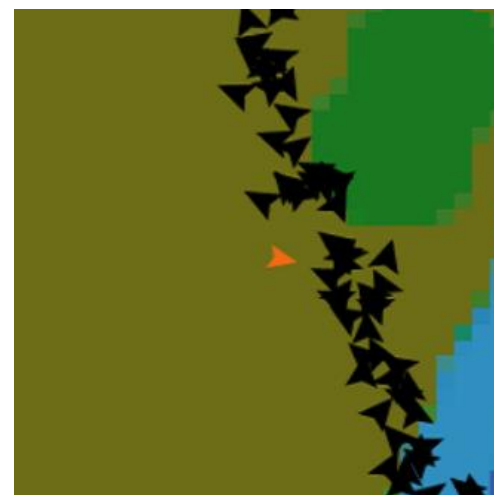
Leone in avvicinamento alla mandria di gnu per valutare se è possibile identificare un'ipotetica preda



Leone in fuga per la presenza di una mandria troppo fitta di gnu dopo un attacco fallito



Leone appostato pronto a identificare una possibile preda (uno gnu molto solitario) per un'imboscata



Leone sazio dopo aver concluso la caccia, prima di allontanarsi dalla zona e smettere la ricerca di prede. OSS: attacco avvenuto con successo oltre il fiume, dove gli gnu sono più sparsi

# Simulazione: test effettuati

1. Replicazione di singoli attraversamenti per cui si dispone di dati tramite osservazioni dirette
  - tentativo di validazione
2. Simulazione di singoli attraversamenti per i quali non si dispone di dati
  - ulteriore tentativo di validazione (replicare casi limite o medi)
3. Effetto dell'attraversamento in un unico branco a confronto con l'attraversamento in sotto-branchi
  - ipotesi del vantaggio dell'aggregazione
4. Effetto di un unico branco rispetto a più sotto-branchi nel rapporto con i leoni
  - ipotesi dell'effetto confusione



# Analisi dei risultati: test #1

Traversata osservata	Condizioni					Numerosità stimata del branco	N° morti reali	N° morti simulate (K) con 1 gruppo	N° morti simulate (K) con 2 gruppi	N° morti simulate (K) con 3 gruppi
	rain level	river flow	river depth	river width	river speed					
1	3	3	2	3	2	500K	3380	3.4	4.4	5
2	3	4	3	3	3	100K	990	1.2	NULL	NULL
3	3	3	3	3	3	200K	1610	1.8	2.7	NULL

- NB: non si conosceva la numerosità del branco che ha tentato l'attraversamento, la si è stimata basandosi sulle percentuali di morte totali in base alle condizioni
- Si osserva un riscontro fra il reale numero di morti e il numero di morti simulate, permettendo una parziale validazione del modello



# Analisi dei risultati: test #2

Test	rain-level	river-flow	river-depth	river-width	river-speed	Numerosità branco	N° morti stimate	N° morti simulate (K)
1	1	1	1	1	1	500K	1250-1500	1.3
2	2	2	2	2	2	500K	2500-2750	2.8

- In mancanza di dati abbiamo, precedentemente alle simulazioni, stimato dalle informazioni in nostro possesso la numerosità del branco e un numero di morti durante la traversata del fiume
- Dai risultati si può notare come il numero di gnu affogati sia pressoché simile al numero di morti simulate dal nostro modello, confermando la parziale validazione precedente



# Analisi dei risultati: test #3

Numerosità del branco (K)	N° sotto-gruppi	N° morti (K)
900	1	7
	2	8.9
	3	10.6
600	1	5.2
	2	6.9
	3	8.2
300	1	2.7
	2	3.6
	3	4.1

- Un branco unito durante l'attraversamento porta ad un numero inferiore di morti rispetto a diverse divisioni della mandria
- Numero medio di morti coerente con i dati a disposizione e con le stime effettuate



# Analisi dei risultati: test #4

Leoni (*10)	Gnu	Sotto-branchi	Gnu cacciati (*10)	Kill/Attacks ratio
10	300K	1	1.5	0.009
10	300K	2	2.6	0.012
10	300K	3	3.1	0.018
20	300K	1	3.9	0.01
20	300K	2	4.3	0.011
20	300K	3	5	0.012
10	600K	1	1.6	0.01
10	600K	2	3	0.014
10	600K	3	3.4	0.018
20	600K	1	4.2	0.012
20	600K	2	4.7	0.013
20	600K	3	6.9	0.016

\*Kill/Attacks ratio:  $\frac{\# \text{ ATTACCHI RIUSCITI}}{\# \text{ ATTACCHI TOTALI (volte nelle quali un leone entra nello stato 3)}}$

- Il numero di morti per predazione non è da ritenere affidabile (assenza di dati per validazione)
- Tendenza crescente nel tasso di successo al crescere del numero di sotto-branchi presenti (Non confermata appieno)
- Maggioranza delle morti osservate nella zona successiva all'attraversamento del fiume, dove gli gnu risultano meno compatti e più sparpagliati



# Conclusioni

- Il modello risulta validato per quanto riguarda l'attraversamento del fiume
  - parziale conferma dell'ipotesi di morte per mancanza di vicini troppo a lungo
- Conferma della possibilità dell'utilizzo del modello dei Boids per l'aggregazione degli gnu
  - simulazione replica i comportamenti osservati in natura
- Conferma, seppur non validabile, dell'ipotesi della positività dell'aggregazione sulla sopravvivenza del collettivo
  - numeri di morti tanto maggiori quanto maggiori risultino essere il numero di gruppi e la sparsità del gregge
- Leggere evidenze dell'effetto confusione sul tasso di successi degli attacchi di un leone
- Mancanza di dati per validare il numero di morti a causa dei leoni e per ulteriori affinamenti del modello



# Sviluppi futuri

- Reperimento di maggiori dati per quanto riguarda singoli attraversamenti, interazione con leoni e coccodrilli nella zona selezionata
- Implementazione di un fattore probabilistico per permettere agli gnu di partire da qualsiasi punto della griglia e di terminare il loro viaggio in qualsiasi altro punto
  - numero di morti variabile in base al punto di approccio scelto
- Utilizzo di differenti strumenti di simulazione, o di una potenza computazionale maggiore, in modo da ridurre la scala utilizzata per la simulazione
  - permettere analisi maggiormente significative
  - permettere di aggiungere i coccodrilli

