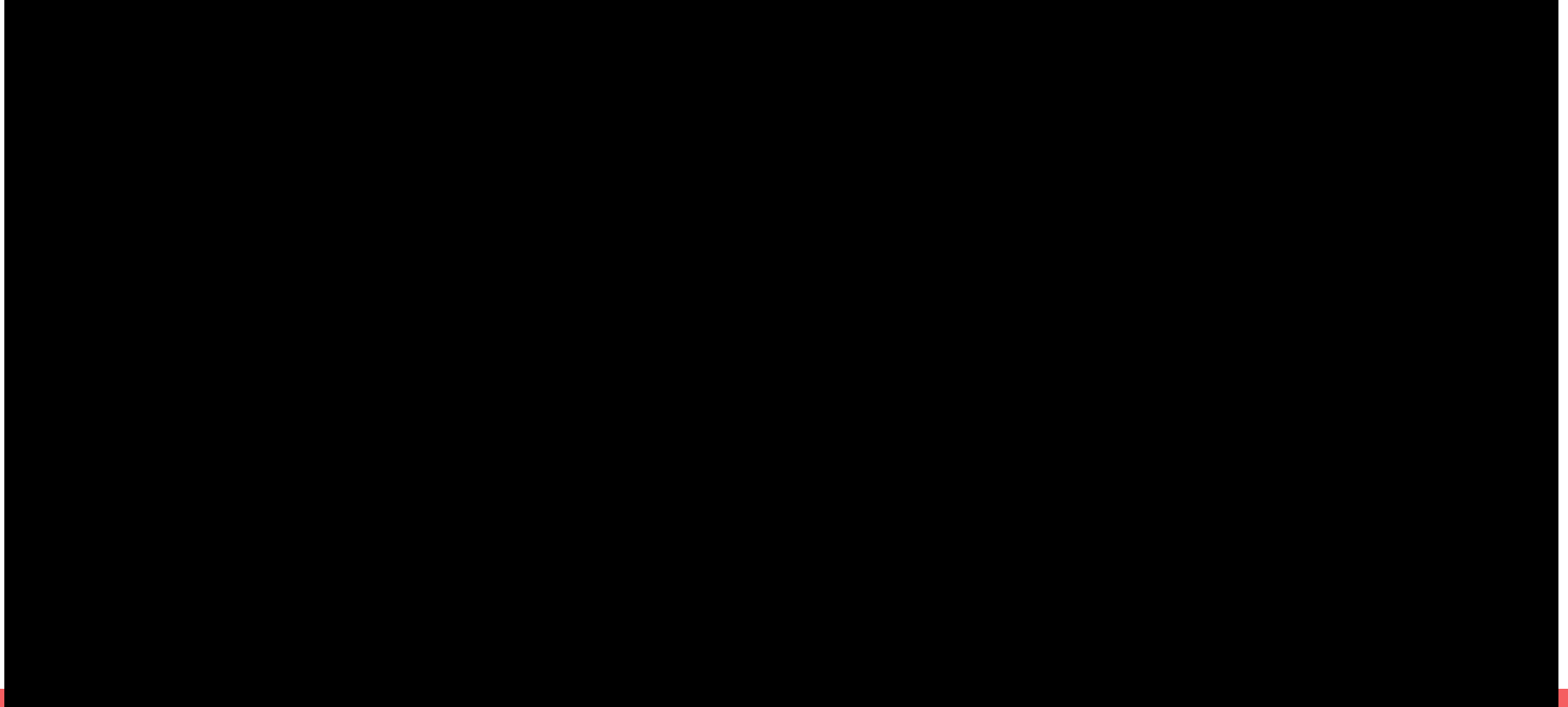


# Global Alignment with Affine Gap Penalties

Jocelyn Hansson

# Constant vs. Affine Gap Penalties



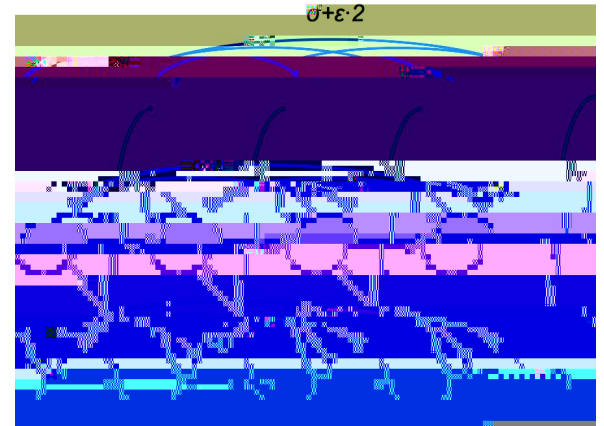
# Constant vs Affine Gap Penalties

ATGGAGGGCGAGCTCGCAGCCAACCTGGAGCACCCGAGGCAGTCAACTCCAG  
CGCCGCGCCCGCCGGGGGCGAGAGGGCAACTGCACCCGCGGACCCCGCGCG  
CGCAACGAGGCCCTGGCCGCGTGGAGGTGGCGGTGCTCTGTCTCATCTC  
GTTTCTGGCGCTGAGCGGGAATGCGTGTGTGCTGGCTGGCGCTGCGCACCA  
CGCGCCACAAAGCACTCGCCGCTCTTCTTCTCATGAAGCACTGAGCATCG  
CCGACCTGGTGGGCACTTCCAGGTGCTGCCGAGTTGCTGTGGGAC  
ATCACCTCCGCTTCTACGGGCCGACCTGCTGTGCCGCTGGTCAAGTAC  
TTGCAGGTGGTGGGCATGTTCCGCTCCACCTACCTGCTGCTACTCATGTCC  
CTGGACCGCTGCTGGCCATCTGCCAGCCGCTGCGCTCGCTGCGCCGCGG  
CAGGACCCGCTGGCAGTGTCTGCCAGTGGCTGGCTGCGCTGGTGGCCA  
GCGCGCCGAGGTGCACATCTTCTCTGCGCGAGGTGGCTGACGGCGCT  
TTCGACTGCTGGCCGCTTTCATCCAGCCCTGGGGACCCAAGGCCATACATC  
ACGTGGATCACGCTAGCTGTCTACATCGTCCGCGTTCATCGTCTGCTGCG  
TGCTATGGCCTTATCAGCTTCAAGATCTGGCAGAATTTGGCGCTCAAGACCG  
CTGCAGCTGCGCGCGCAGAGGGCCAGAGGGCGCGGCGCTGGCGATGG  
GGGGCGCATGGCCCTGGCAGTGTGACGACGCTCAAGCTCATCTCCAAGG  
CCAAGATCCGACGGTCAAGATGACTTTCATCATCGTGTGGCCTTTCATCGT  
GTGCTGAGCCCTTCTTCTTCTGTCAGATGTGGAGCGTCTGGGATGCCAA  
CGCGCCCAAGGAAGTAGCCAGGGCTGGGAGACCCAGGAGGGGGAGCC  
TGGTGGCTGGGGGAGCCCTTATCTTGTGCTCAGAATGTCCAGGGGCT  
TTGGACTTCTGGGGGATAAGAGGGTTTGAATCCACAGAGTCACTGTT  
CCATCATCCCTGGCCAAAGTACTTGGGCAATTAACCTCCCTGAGCCTCCA  
CTTTCTCATCTGTGAGGTGGCAATAAGGATAAAAGTACCAACTGTCACTGGG  
CATAGGGGCGAGCCATGAGAAAATGCAGTTAAAGTCTTTAGCACAGTCCCTT  
GGCTGCATATGGGCTGCATGGTTTACTGCGGTGGTGAACAGGTTCAAGGG  
ACTCCATCTGCTTCCACGTTAGGAGGAGTGTAGGAGGAGATGG  
CAGAGGTAAAGTTGGAACCCCTGGCCAGGCTCAAACTCCTTCAAGTTAAAGT  
TCACATTAAGCTGAACCTTCCACTTTAAGTTCAAGAAATCCATTTGAAGCCAA  
AAGTCTGGTTTGGACAAGGACAGCCTGACAGGGGTGGGCGATTGTCCAGC  
CAAGCCCTAGTAGTTGAAGGGGTGCTGGGGGCGAGGATTCAAGGG  
AGAGGTGAAGACAAAATCCCGAACCCCTCATCGAGTGAAGGTTGAGGCTC  
CCATGCAGAGAGGTGAGTACTGCAAAAAGCGGTGGCAGGCTTAGGGAGG  
AGAGTCCCAGGACTGAGACTTCACTTCTACTACTTGGGGA.....

ATGGAGGGCGAGCTCGCAGCCAACCTGGAGCACCCGAGGCAGTCAACTCCA  
GCGCCGCGCCCGCCGGGGGCG-----C---G-A-G-GG-C-----AAC-----TG-  
C-----A---C---C---G-C-C-----G---G---A-C-----C---C---CGC-G-GC-  
-----GC---A-A-C---G-----A-G---GC-CCTG-GC---GC-G-C-G-TGG---AG-  
-----G-TG---GC-G---GT-GCT-----C-T-----G-T-CT-C-----A-T-C---C---TG-T---  
T-T-C---TGG---C-G-C-T-----G---A---G-C---GG-G-----A---A---  
--TGCG-T-G-TG-----TG-C-TGCT-G---G---C-G-CTGC-G---C-A-C-  
C---A---C-----GCGC-----C-AC-----A---GC-----AC---  
-----T-C-----G---C-GC---CT-CT---TC-T---TC-T-T-C-----ATG---A-AG  
C---A---C---C---T-G---A-G-C---A-T-CG-C-C-GA-C-C-----TGG-  
-TGG-----TGGC---A-GT-C-----T---TC-C---A-GG-----T-GC---T---G---  
C---C---G-C---A-GT-TGCTG-----T-----G-G-GA---C---AT-C-A-  
C-C---T-----T-----CC-G-----C-T-T-CT---ACG-----G-GCC-C  
-GA---CC---T---G-CT---G---T-G-----CC---G-TG-TG-----G-  
---T-C-A---A-----G---T-ACTT-----G---CA---GG-T---G-----GT-  
-GGGACT-G-----T---T-C-G---C---C---TCC---A---C-C-T---A  
C-C-TG-----C---T---G---CT-A-CT-C---A-TG-T-----C-----C---  
---CC-TGG-A-C-C-----G---C---T---GC---CT-----G---G---CC  
AT-----C---T---G---C---CAGCC-GC---TG-CG---C-----T-----  
---C-G---C---T---G---C---C---G---CC---G-----C-C---GC  
A---C-G---G---A-C-----C---G-C---CT-----GG-----  
---C---AG---T---G---CT-----C-G---C---C---A---C---C  
-G-TG-G-C---T-----C---G---G-C-TG-CC---T-GG-----T-G-G---  
C-C-A-G---C-G---C-G---C-C---G---C-----A-GGTGC-----A-  
-CA-----T-C-T-TC-T-C--T-C-----T---G---C---G---AGG-T  
G---GCTG-----A-----C---G-G-C-G--T-C-----TTC---G---  
-A---C---T---GCT-----G---G---GC---G---GT---C-TTCA---T-  
C-C-A---G---C---C-C-TG---GGGA-----C-CCA-----A-G-G-C---  
CT-----A---CA---TC-A-C---G---T---G---G-A-T---C-A---C---G-C  
-T---A---G---C-TGT---C---T---ACA-T-C-G---T---G---CC---G-G---  
---T-CA---TC---G---T-G-----GT-C---G-C---T---G---C-C-TG---  
-----C---TA-T-G-G-C-CT---TA---T---C-A---G---C-T---T---C-AA  
GA-----TC---T---G-G---C---AG-A-A-T-T-----TG---C-G-----

ATGGAGGGCGAGCTCGCAGCCAACCTGGAGCACCCGAGGCAGTCAAA  
CTCCAGCGCCCGCCGGGGGCGGAGGGCAACTGCACCCGCG

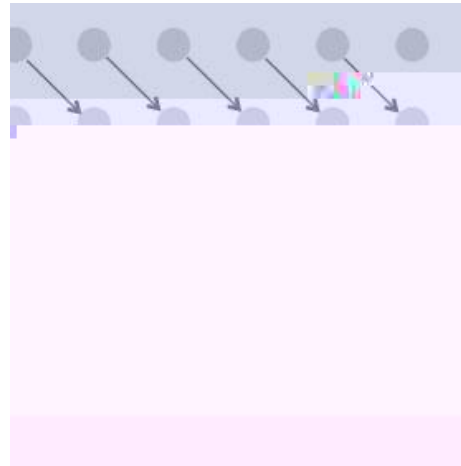
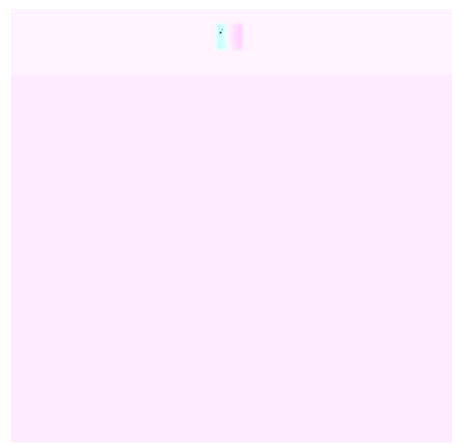
# Long edges in graph



$$\text{lower}_{ij} = \max \begin{cases} \text{gap extension} \\ \text{Initialize gap} \end{cases} \quad \text{lower}_{i-1,j} - \text{middle}_{i-1,j}$$

**ckef**

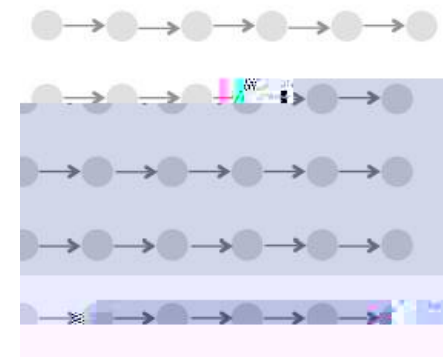
(Insertions on string 2)



**aidd'e**

(matches/mismatches)

ending gap on string 1  
 match/mismatch  
 ending gap on string 2



**iddef**

(Insertions on string 1)

gap extension      upper<sub>i,j-1</sub> -  
 Initialize gap      middle<sub>i,j-1</sub> -

upper<sub>ij</sub>  
 middle<sub>i-1,j-1</sub> + score  
 lower<sub>ij</sub>



# Making 3 back track tables

$$\text{upper}_{ij} = \max \left\{ \begin{array}{ll} \text{gap extension} & \text{upper} \rightarrow \text{upper} \\ \text{Initialize gap} & \text{middle} \rightarrow \text{upper} \end{array} \right.$$

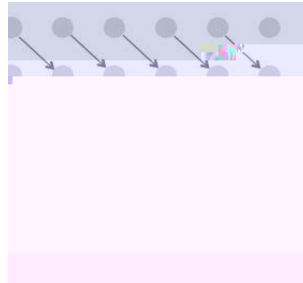
$$\text{middle}_{ij} = \max \left\{ \begin{array}{ll} \text{ending gap on string 1} & \text{upper} \rightarrow \text{middle} \\ \text{match/mismatch} & \text{middle} \rightarrow \text{middle} \\ \text{ending gap on string 2} & \text{lower} \rightarrow \text{middle} \end{array} \right.$$

$$\text{lower}_{ij} = \max \left\{ \begin{array}{ll} \text{gap extension} & \text{lower} \rightarrow \text{lower} \\ \text{Initialize gap} & \text{middle} \rightarrow \text{lower} \end{array} \right.$$

# Back tracking

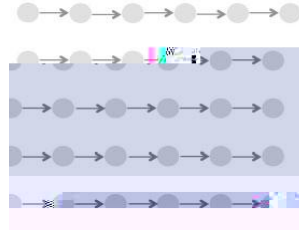
**`ckef**

(Insertions on string 2)



**aidd`e**

(matches/mismatches)



**i ddef**

(Insertions on string 1)



Data





# Results

