

Simulation des Zauberstab-Werkzeugs

Um einen Gegenstand oder ein Portrait freizustellen, können mithilfe des Zauberstab-Werkzeugs alle Pixel in der Hintergrundfarbe ausgewählt und anschließend gelöscht werden. Alternativ kann den ausgewählten Pixeln eine neue Farbe zugewiesen werden. Abbildung 1 zeigt jeweils ein Beispiel. Auch diese Funktion können wir in Snap! nachbauen.

Grundidee

Aufgabe 1:

- Beschreiben Sie möglichst genau, was das Zauberstab-Werkzeug leistet. Was bedeutet es, einen Bildpunkt „zu löschen“? Öffnen Sie dazu ggf. ein Foto in einem Bildbearbeitungsprogramm und wenden Sie das Zauberstab-Werkzeug an.
- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede können Sie im Vergleich mit den Funktionen bzw. Algorithmen feststellen, die Sie bereits implementiert haben?

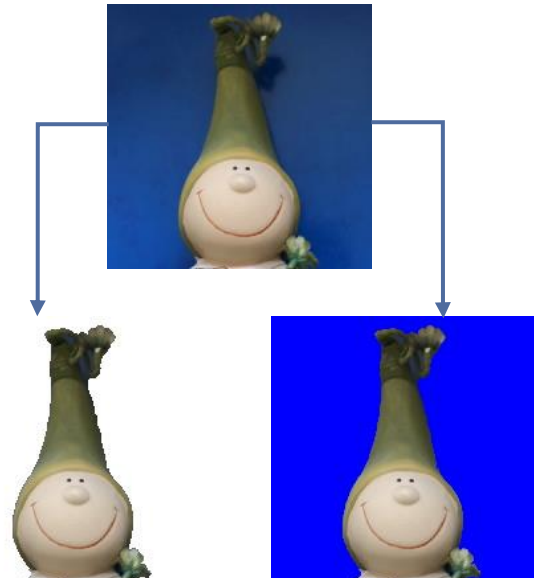


Abbildung 1: Anwendung der Zauberstab-Werkzeugs zum Freistellen bzw. Vereinheitlichen des Hintergrunds.

Im Gegensatz zu den anderen Algorithmen benötigen wir für das Zauberstab-Werkzeug zunächst einen Referenzwert, den der Anwender auswählt. Dazu kann er beispielsweise einen Bildpunkt der gewünschten Farbe im Bild mit der Maus anklicken. Bezogen auf diesen Referenzwert werden dann alle Bildpunkte mit einem ähnlichen Farbton gelöscht. Hier können wir zwei Vereinfachungen vornehmen: Anstatt die entsprechenden Pixel zunächst als Auswahl zu markieren, ersetzen wir jeden Bildpunkt, der zu dem ausgewählten Bildpunkt passt, direkt durch eine vorher festgelegte Farbe, z. B. Weiß. Außerdem führen wir die Ersetzung zunächst für alle Pixel des Bildes mit dem passenden Farbton durch. Wie wir die Funktion auf einen Auswahlbereich oder zusammenhängende Pixel beschränken können, überlegen wir später.

Mit diesen Vereinfachungen können wir eines der bereits erstellten Programme, z. B. zum Erzeugen eines Graustufenbildes, als Grundlage verwenden und für die Implementierung des Zauberstab-Werkzeugs anpassen.

Auswahl des Referenzwertes

Um einen Referenzwert per Maus auswählen zu lassen, müssen wir den RGB-Wert des Bildes an der Position der Maus bestimmen. Dazu stellt Snap! einen passenden Block zur Verfügung. Im Bereich *Fühlen* finden wir den Block *Farbton bei ...*. Hier wählen wir links *R-G-B-A-Farbwerte* und rechts *Mauszeiger* aus, um den RGB-Wert an der Position der Maus als Liste zu erhalten (s. Abbildung 2).



Abbildung 2: Block zum Auslesen der RGB-Werte an der Position der Maus.

Aufgabe 2: Erstellen Sie ein Skript, das für jeden Bildpunkt, der mit der Maus angeklickt wird, den RGB-Wert ausgibt. Speichern Sie den RGB-Wert in einer Variablen, um ihn später als Referenzwert für die Zauberstab-Funktion verwenden zu können.

Vergleichen von RGB-Werten

Um die Funktion des Zauberstab-Werkzeugs zu implementieren, muss für jedes Pixel des Bildes entschieden werden, ob der Farbton mit dem ausgewählten Referenzwert übereinstimmt. Daher müssen wir uns zunächst Gedanken darüber machen, unter welchen Bedingungen wir zwei Pixel als farblich übereinstimmend bezeichnen wollen.

Aufgabe 3:

- Wie können zwei RGB-Werte miteinander verglichen werden?
- Wählen Sie in Ihrem Programm aus Aufgabe 2 mit der Maus verschiedene Bildpunkte eines Fotos aus, die Sie als farblich übereinstimmend bezeichnen würden und vergleichen Sie die RGB-Werte.
- Entscheiden Sie für die zwei RGB-Werte in Tabelle 1 jeweils, ob sie im Sinne des Zauberstab-Werkzeugs als farblich übereinstimmend bezeichnet werden sollten.













RGB-Wert des Referenzpunktes	RGB-Wert eines anderen Bildpunktes	Sind die RGB-Werte farblich übereinstimmend?
 (240, 40, 20)	 (240, 40, 20)	
 (240, 40, 20)	 (230, 45, 22)	
 (45, 155, 230)	 (155, 230, 45)	
 (100, 200, 200)	 (50, 100, 100)	
 (45, 155, 230)	 (65, 135, 250)	
 (150, 78, 10)	 (150, 78, 200)	

Tabelle 1: Vergleich von Farbtönen anhand ihrer RGB-Werte

- Die meisten Bildbearbeitungsprogramme bieten bei der Verwendung des Zauberstab-Werkzeugs die Möglichkeit, einen Toleranzwert festzulegen. Erläutern Sie die Bedeutung dieses Wertes für die Funktion des Zauberstab-Werkzeugs.

Aufgabe 4:

- Implementieren Sie basierend auf Ihren Erkenntnissen aus Aufgabe 3 eine Operation *vergleicheRGBWerte(rgb1: Liste¹, rgb2: Liste, toleranz: Ganzzahl): Wahrheitswert*. Die Operation erhält als Parameter zwei RGB-Werte, die miteinander verglichen werden sollen. Die Operation gibt *wahr* zurück, wenn die RGB-Werte als farblich übereinstimmend bezeichnet werden können, sonst *falsch*. Der Toleranzbereich, in dem RGB-Werte als farblich übereinstimmend gewertet werden, soll mithilfe des Parameters *toleranz* festgelegt werden. Legen Sie einen sinnvollen Wertebereich für den Parameter *toleranz* fest.

¹ Hier ist die Datenstruktur Liste gemeint, die Snap! zur Verfügung stellt.

- b) Testen Sie Ihre Funktion. Dazu können Sie den Anwender beispielsweise nacheinander zwei Bildpunkte mit der Maustaste anklicken lassen und dann ausgeben, ob die Bildpunkte farblich übereinstimmen. Zusätzlich können Sie den Anwender einen Toleranzwert festlegen lassen.

Implementierung des Zauberstab-Werkzeugs

Die Vorbereitungen sind abgeschlossen. Ihnen stehen jetzt alle algorithmischen Konzepte zur Verfügung, um die Funktion des Zauberstab-Werkzeugs zu implementieren.

Aufgabe 5:

- a) Verwenden Sie Ihre Ergebnisse aus Aufgabe 2 und Aufgabe 4, um die Funktion des Zauberstab-Werkzeugs zu implementieren. Färben Sie alle Pixel des Bildes, die farblich mit dem ausgewählten Referenzpunkt übereinstimmen, weiß.
- b) Erweitern Sie Ihr Programm um die Möglichkeit, dass der Anwender den Toleranzbereich und/oder die Farbe, in der die ausgewählten Pixel gefärbt werden, bestimmen kann.

Häufig möchte man, dass das Zauberstab-Werkzeug nur auf einen Bereich des Bildes angewendet wird, um beispielsweise nur die Pixel des Hintergrundes umzufärben, nicht aber Pixel der gleichen Farbe, die zum abgebildeten Objekt gehören. Dazu könnte man den Anwender einen rechteckigen Bereich auswählen lassen, auf den die Bearbeitung des Bildes begrenzt wird. Alternativ können ausgehend vom ausgewählten Referenzpunkt nur die farblich übereinstimmenden Pixel ausgewählt werden, die mit dem Referenzpunkt direkt oder über andere farblich übereinstimmende Pixel verbunden sind. Abbildung 5 und 6 zeigen jeweils ein Beispiel.

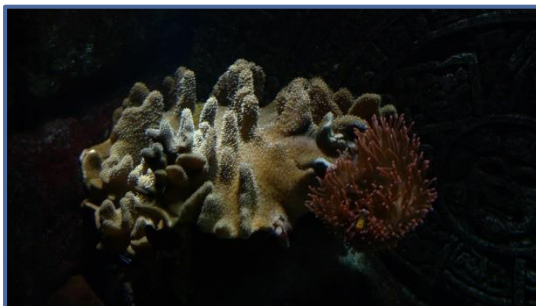


Abbildung 3: Original einer Koralle



Abbildung 4: Anwenden des Zauberstab-Werkzeugs auf das gesamte Bild

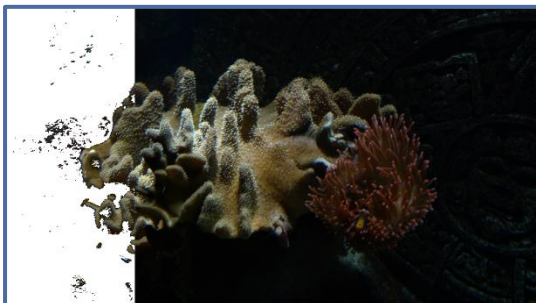


Abbildung 5: Anwenden des Zauberstab-Werkzeugs auf einen rechteckigen Auswahlbereich



Abbildung 6: Anwenden des Zauberstab-Werkzeugs auf einen zusammenhängenden Bereich

Beschränkung der Zauberstab-Werkzeugs auf einen rechteckigen Auswahlbereich

Betrachten wir zunächst die Variante, einen rechteckigen Auswahlbereich festzulegen. Abbildung 7 zeigt, wie ein Rechteck mithilfe von zwei gegenüberliegenden Ecken definiert werden kann.

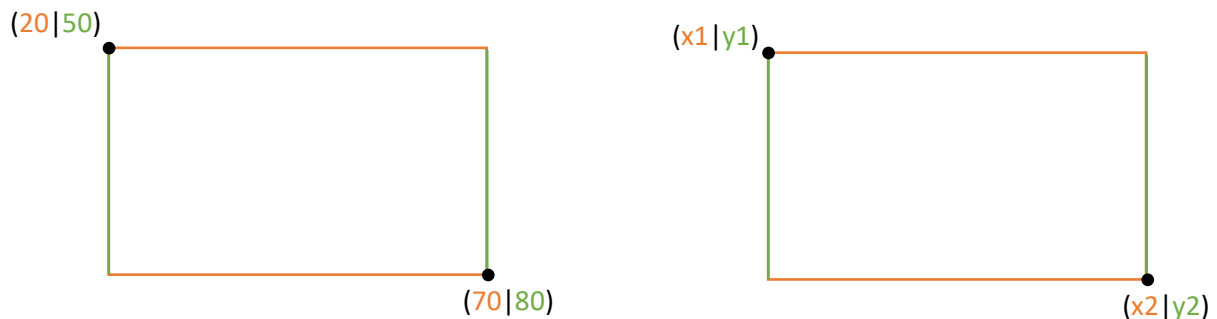


Abbildung 7: Zwei gegenüberliegende Ecken definieren ein Rechteck

Aufgabe 6:

- Geben Sie in Abbildung 7 jeweils die Koordinaten der beiden fehlenden Eckpunkte an.
- Erläutern Sie jeweils, wie das Rechteck ausgehend von den zwei gekennzeichneten gegenüberliegenden Ecken gezeichnet werden kann.
- Ergänzen Sie in Ihrem Programm für das Zauberstab-Werkzeug die Möglichkeit einen rechteckigen Auswahlbereich festzulegen.

Hinweise:

- Sie können vereinfachend vorgeben, dass der Anwender zuerst die linke, obere Ecke und danach die rechte, untere Ecke auswählen muss.
- Da der Referenzwert bereits mit der Maus ausgewählt wird, kann für die Auswahl der Ecken beispielsweise ein Objekt mit den Tasten gesteuert werden.
- Zeichnen Sie das ausgewählte Rechteck zur Kontrolle auf der Bühne ein. Dazu ist es hilfreich das zu bearbeitende Bild als Bühnenbild festzulegen, da es als Kostüm eines Objektes die Malspuren auf der Bühne überlagern würde.

Um das Zauberstab-Werkzeug nur auf den ausgewählten Bereich anzuwenden, müssen wir in der Liste aller Pixel diejenigen identifizieren, die im Auswahlbereich liegen. Dazu müssen wir uns überlegen, wie die Koordinaten eines Bildpunktes mit seinem Index in der Liste aller Pixel zusammenhängen.

Der Ursprung des Koordinatensystems, das Snap! verwendet, liegt im Zentrum der Bühne. Um aus den Koordinaten den Index in der Liste der Pixel zu berechnen, ist es hilfreich den Ursprung in die linke, obere Ecke der Bühne zu verschieben und die y-Achse in positiver Richtung nach unten verlaufen zu lassen. Dann können die Koordinaten als Spalten- bzw. Zeilennummer der Pixel interpretiert werden.

Aufgabe 7: Erläutern Sie mithilfe von Abbildung 8, dass das Skript in Abbildung 9, die x und y-Koordinate eines Pixels in die Spalten bzw. Zeilennummer des Pixels transformiert.

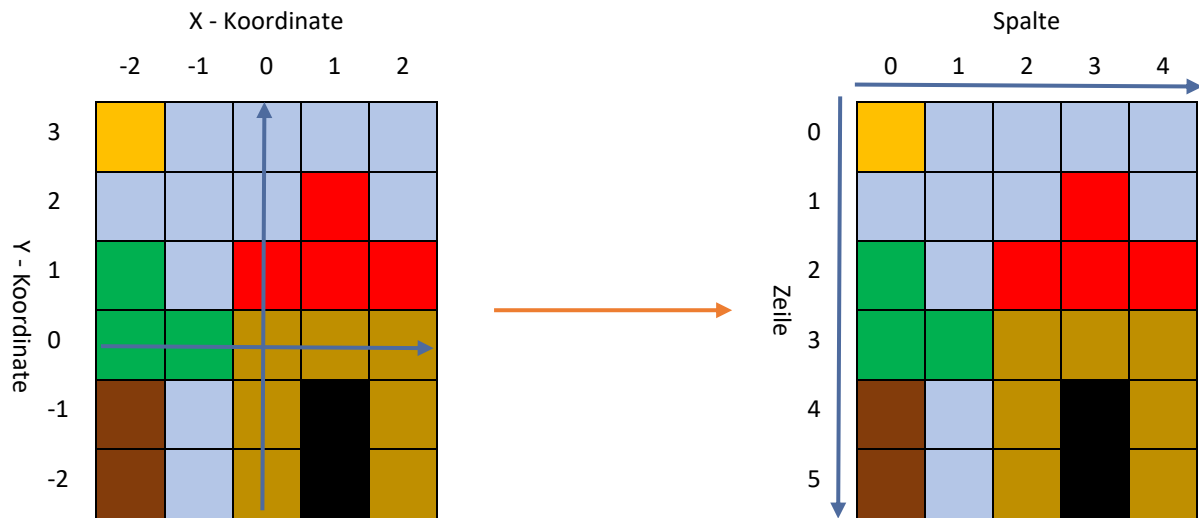


Abbildung 8: Koordinaten in Snap! (rechts) im Vergleich zur Nummerierung der Zeilen und Spalten (links)

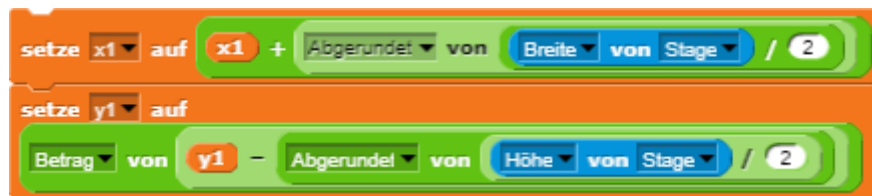


Abbildung 9: Transformation der Snap!-Koordinaten

Abbildung 10 zeigt nun, wie aus der Spalten- und der Zeilennummer eines Pixels der Index in der linearen Liste aller Pixel berechnet werden kann. Für jedes Pixel ist der Index eingetragen. Außen können die Spalten und die Zeilennummer abgelesen werden.

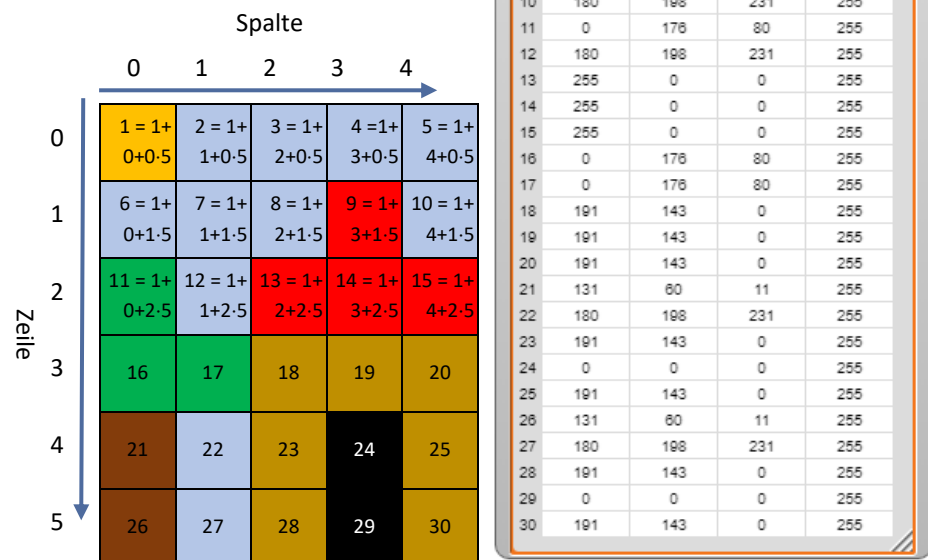


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen den Indizes der Liste pixels sowie der Spalte und Zeile eines Bildpunktes

Aufgabe 8:

- Erläutern Sie, wie der Index eines Bildpunktes in der Liste `pixels` anhand der Spalten- und Zeilennummer bestimmt werden kann. Ergänzen Sie die Rechnungen für die untere Hälfte des Bildes und geben Sie eine allgemeine Gleichung an.
- Implementieren Sie eine Operation *berechneIndex(spalte: Ganzzahl, zeile: Ganzzahl): Ganzzahl*, welche für die Spalten- und Zeilennummer eines Pixels den passenden Index in der Liste aller Pixel eines Bildes zurückgibt.

Aufgabe 9:

- Ergänzen Sie in Ihrem Programm aus Aufgabe 6c die Transformation der Koordinaten der linken, oberen Ecke und der rechten, unteren Ecke des Auswahlbereichs in die Spalten- und Zeilennummer der zugehörigen Pixel. Speichern Sie diese für Aufgabenteil b).
- Passen Sie Ihre Implementierung des Zauberstab-Werkzeugs so an, dass nur die Pixel im rechteckigen Auswahlbereich bearbeitet werden.

Hinweise:

- Obwohl die Pixel in einer linearen Liste zur Verfügung stehen, kann es für die Berücksichtigung des rechteckigen Auswahlbereichs hilfreich sein, zwei geschachtelte Zählschleifen zu verwenden. Während beispielsweise die äußere Zählschleife in den Grenzen der Spaltennummer arbeitet, kann die innere Schleife in den Grenzen der Zeilennummer arbeiten.
- Wenn die RGB-Werte des ursprünglichen Bildes nicht bei jedem Ausführen der Funktion neu geladen werden, kann die Funktion auch für mehrere Auswahlbereiche hintereinander ausgeführt werden.

Begrenzen des Zauberstab-Werkzeugs auf zusammenhängende Pixel

Für die Begrenzung des Zauberstab-Werkzeugs auf einen rechteckigen Auswahlbereich, haben wir uns an den Spalten- und Zeilennummern der Bildpunkte anstelle der Indizes in der Liste der Pixel orientiert. Diese Betrachtungsebene ist auch hilfreich, wenn wir die Pixel, die mit einem Startpunkt zusammenhängen, ermitteln wollen. Zunächst wäre zu entscheiden, welche Pixel als zusammenhängend definiert werden. Ausgehend von dem blauen Pixel in Abbildung 11 können das nur die grünen Pixel oder zusätzlich die orangen Pixel sein.

Aufgabe 9: Geben Sie für die Pixel, die Sie als zusammenhängend mit dem blauen Startpixel bezeichnen möchten, die Spalten- und Zeilennummer in Abhängigkeit von der Spalte x und der Zeile y des blauen Startpixels an.

Aufgabe 10: Sammeln Sie algorithmische Ansätze, um ausgehend von einem Startpixel alle zusammenhängenden Pixel, die farblich mit dem Startpixel übereinstimmen, auszuwählen. Vergleichen und diskutieren Sie die Ansätze anschließend.

Aufgabe 11: Wählen Sie einen der Ansätze aus Aufgabe 10 aus, um die Begrenzung des Zauberstab-Werkzeugs auf zusammenhängende Pixel zu implementieren.

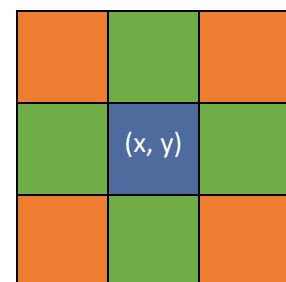


Abbildung 11: Nachbarn eines Pixels

Lizenz

Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#). Sie erlaubt Bearbeitungen und Weiterverteilung des Werks unter Nennung meines Namens und unter gleichen Bedingungen, jedoch keinerlei kommerzielle Nutzung.

Bildnachweise: Die Blöcke in den Abbildungen 2 und 9 wurden der Entwicklungsumgebung Snap! in der Version 5.1.0 entnommen. Snap! wird von der University of California, Berkeley zur Verfügung gestellt: <https://snap.berkeley.edu>

Die übrigen Abbildungen wurden von der Autorin selbst erstellt.

Für die korrekte Ausführbarkeit der Quelltexte wird keine Garantie übernommen. Auch für Folgeschäden, die sich aus der Anwendung der Quelltexte oder durch eventuelle fehlerhafte Angaben ergeben, wird keine Haftung oder juristische Verantwortung übernommen.